MÉMOIRES

DU

MUSÉUM NATIONAL

D'HISTOIRE NATURELLE

NOUVELLE SÉRIE

TOME XVI

FASCICULE 3

Mme S. JOVET-AST

RECHERCHES SUR LES ANONACÉES D'INDOCHINE

ANATOMIE FOLIAIRE — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

PARIS

ÉDITIONS DU MUSÉUM

36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (Ve)

1942

Novembre 1942

Source : MNHN, Paris

MÉMOIRES

DU

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Les **Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle** paraissent sans périodicité fixe. Chaque volume est formé d'un nombre variable de fascicules, publiés isolément et ne contenant qu'un seul mémoire.

Les *Mémoires* sont destinés à la publication de travaux d'une certaine étendue concernant l'Histoire naturelle. Ceux qui sont destinés à servir de thèses de doctorat peuvent être reçus aux mêmes conditions que les travaux ordinaires.

Les auteurs reçoivent 25 tirages à part de leurs travaux, brochés et sous couverture. Ils s'engagent à ne pas les mettre dans le commerce.

Les travaux destinés aux **Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle** doivent être remis à M. le Dr R. Jeannel, 45 *bis*, rue de Buffon, Paris (5e), ou à tout autre professeur du Muséum. Dans tous les cas, leur publication est subordonnée à une décision de l'Assemblée des Professeurs.

Le prix de l'abonnement, pour un volume, est de *230 francs*.

Le montant des abonnements et les demandes de fascicules doivent être adressés au *Muséum national d'Histoire naturelle, service des ventes*, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris (5e).

Compte chéques postaux : Paris 124-03.

Source : MNHN, Paris

MÉMOIRES

DU

MUSÉUM NATIONAL

D'HISTOIRE NATURELLE

Source : MNHN, Paris

Source . MNHN, Paris

MÉMOIRES

DU

MUSÉUM NATIONAL

D'HISTOIRE NATURELLE

NOUVELLE SÉRIE

TOME XVI

PARIS
ÉDITIONS DU MUSÉUM
36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (V^e^)

1941-1942

Source . MNHN, Paris

TABLE DES MATIÈRES

Fascicule 1

J. Alloiteau. — Révision de la collection H. Michelin. Polypiers d'Anthozoaires fossilles. — I. Crétacé (Pl. I-XXXII). 1 à 100

Fascicule 2

R. Soyer. — Les eaux souterraines du Jardin des Plantes et de ses annexes. . . . . 101 à 124

Fascicule 3

Mme Jovet-Ast. — Recherches sur les Anonacées d'Indochine. — Anatomie foliaire. — Répartition géographique. . . . 125 à 308

Source : MNHN, Paris

MÉMOIRES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
Nouvelle série, Tome XVI, Fascicule 3, pages 125 à 308.
Publié le 15 novembre 1942.

RECHERCHES SUR LES ANONACÉES D'INDOCHINE

ANATOMIE FOLIAIRE — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

PAR

Mme S. JOVET-AST

INTRODUCTION

Ce travail a pour but de compléter les recherches sur les Anonacées d'Indochine. Une étude des caractères morphologiques de ces plantes, faite précédemment, a montré la nécessité de connaître les caractères anatomiques afin de résoudre certaines questions d'ordre systématique. D'autre part, de nombreux échantillons indochinois envoyés par les collecteurs et les publications de différents auteurs sur la flore du S.-E. de l'Asie et des terres voisines, ont permis d'étudier la répartition géographique de beaucoup d'espèces, d'expliquer souvent cette répartition en tenant compte des données géologiques et climatiques, d'entrevoir l'origine de quelques éléments de la flore indochinoise.

Les deux parties composant ce travail, bien distinctes l'une de l'autre, se rapportent cependant à la même famille végétale, et, très souvent, aux mêmes espèces.

Les recherches ont été effectuées sur les échantillons de l'Herbier du Muséum National d'Histoire Naturelle, dans le Laboratoire de Phanérogamie de cet établissement.

Source : MNHN, Paris

ANATOMIE FOLIAIRE

GÉNÉRALITÉS

Morphologie. Généralités sur les Anonacées d'Indochine. Travaux anatomiques relatifs aux Anonacées. Méthode, procédés. Plan du travail.

1. MORPHOLOGIE

Arbres hauts de 10-15 mètres, arbustes ou lianes, et même sous-arbrisseaux (hauteur 0 m. 15), les Anonacées sont toujours ligneuses. Les feuilles, alternes, ne possèdent pas de stipules. Les fleurs ☿, rarement unisexuées, trimères, comprennent 3 sépales (exceptionnellement 2 : *Disepalum*) libres ou soudés à la base, généralement 6 pétales en 2 séries, rarement 3 pétales disposés sur un rang : *Dasymaschalon*. Les pétales, extérieurs et intérieurs, quelquefois semblables, peuvent différer de taille et de forme. Leur préfloraison se montre imbriquée (*Uvaria*) ou valvaire (*Polyalthia*). Ils sont complètement libres (*Desmos*), ou cohérents sur toute leur longueur (*Dasymaschalon*), ou soudés seulement soit par leur base en forme de cuilleron (*Cyathocalyx*), soit par leur sommet (*Oxymitra*).

Le plus souvent, les étamines, très nombreuses (sauf chez quelques genres comme *Orophea*), se serrent les unes contre les autres, formant une demi-sphère au centre de laquelle se voient les carpelles. Les anthères latérales, parallèles, se cloisonnent quelquefois transversalement (*Xylopia*, *Goniothalamus*). Le connectif se prolonge au-dessus des loges et les recouvre (*Uvaria*) ou bien, tronqué au sommet des loges ou les dépassant à peine, il ne les recouvre jamais (*Miliusa*).

Les carpelles, généralement nombreux, rarement solitaires (*Cyathocalyx*), ont chacun un ovaire uniloculaire à un ou 2 ovules basilaires ou ventraux, ou plusieurs ovules disposés sur un ou 2 rangs le long de la suture ventrale. Cet ovaire se prolonge par un style plus ou moins long et cylindrique, terminé par un stigmate tronqué, capité, bifide, ou bilabié.

Chaque carpelle devient une baie contenant soit une graine, soit plusieurs

Source : MNHN, Paris

graines disposées sur un ou 2 rangs. Seul, le genre *Anaxagorea* possède des fruits déhiscents. L'albumen est toujours ruminé.

Il a semblé inutile de représenter l'*Asimina triloba* publié dans la plupart des traités de botanique. Il est bon cependant de donner 2 figures d'Anonacées indochinoises : *Artaboirys fragrans* (fig. 1), *Mitrephora parviflora* (fig. 2).

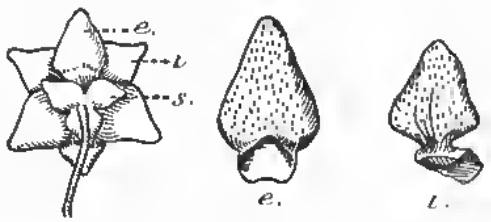


FIG. 1. — *Artaboirys fragrans*. La fleur, vue de dos, laisse voir les trois sépales (s), et les deux cycles de 3 pétales : pétales extérieurs en cuilleron à la base (e), pétales intérieurs soudés à la base (i).

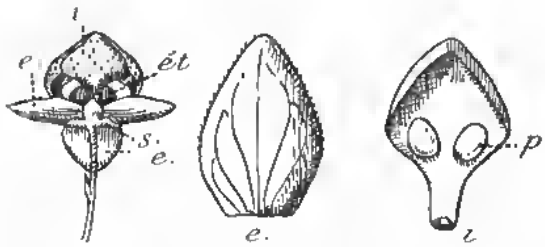


FIG. 2. — *Mitrephora parviflora*, fleur mâle. Les trois pétales extérieurs (*e*) libres et rabattus, laissent voir les trois pétales intérieurs (*i*), soudés au sommet, libres et rétrécis en onglet à la base, et formant voûte au-dessus des étamines (*ét*). Sur la face interne de chacun des pétales intérieurs existent deux protubérances (*p*).

2. GÉNÉRALITÉS SUR LES ANONACÉES D'INDOCHINE

Les Anonacées, bien représentées dans les régions tropicales, abondent en Asie. En Indochine, on compte 142 espèces réparties en 23 genres. Elles croissent depuis le bord de la mer jusque dans les montagnes où elles ne semblent pas dépasser 1.500 m. d'altitude. Elles vivent quelquefois entre les cailloux, ou dans le sable, mais, le plus souvent, dans les forêts sur des sols de nature très diverse (sol rocheux ou terre rouge).

Les indigènes utilisent beaucoup d'Anonacées. Ainsi, ils emploient le bois pour les constructions ou les barrières. Certaines Anonacées donnent des fruits comestibles : les trois *Anona* existant en Indochine, originaires d'Amérique, sont cultivés à peu près dans toutes les régions tropicales, car leurs fruits, très recherchés par les indigènes et les voyageurs, comptent parmi les meilleurs des Anonacées. Souvent, les fleurs, très odorantes, sont employées en parfumerie ; par exemple celles du *Cananga odorata* (Ylang-Ylang).

Source : MNHN, Paris

On cultive parfois les Anonacées comme plantes d'ornement. La pharmacopée indigène les utilise souvent.

Au point de vue théorique, la famille des Anonacées présente un grand intérêt : quelques-uns de ses caractères morphologiques et anatomiques permettent de la délimiter nettement, et d'autres de la rapprocher de certaines familles, par exemple des Eupomatiacées et des Magnoliacées.

L'étude systématique des Anonacées d'Indochine, entreprise par Loureiro dans « Flora Cochinchinensis » en 1793, fut reprise en 1880-1881 par Pierre dans sa « Flore Forestière de la Cochinchine ». Il décrit des Anonacées nouvelles et donne une planche pour chacune d'elles. Cependant la famille n'est bien connue, pour cette région, que depuis la publication du travail de Finet et Gagnepain dans la « Flore générale de l'Indochine » (1907). Plusieurs genres sont signalés dans ce pays pour la première fois, et de nombreuses espèces nouvelles décrites.

Depuis quelques années, les collections de plantes indochinoises du Muséum National d'Histoire Naturelle s'enrichirent considérablement, en particulier des matériaux de MM. Chevalier, Eberhardt, Evrard, Pételot, Béjaud. Une grande partie des plantes d'Indochine a été récoltée par M. Poilane : ses échantillons, abondants, bien préparés, aussi complets que possible, s'accompagnent chacun d'intéressants et pittoresques renseignements sur le port, la localité, l'usage de la plante.

Etant donnée l'importance des matériaux, une révision de la famille s'imposait. Les Anonacées des pays environnants (Péninsule malaise, Siam) venaient d'être étudiées. Il fallait donc reprendre le travail de Finet et Gagnepain, vérifier quelques synonymies, compléter plusieurs descriptions, signaler des localités inédites, décrire des espèces inconnues jusqu'alors, ou récoltées auparavant hors de l'Indochine (1).

Cette étude morphologique présentait quelques difficultés. Si, dans la famille des Anonacées, les espèces se distinguent assez facilement les unes des autres, il est, par contre, difficile de délimiter certains genres. On ne peut, bien entendu, établir de lois imposant des caractères morphologiques comme base de classification : ceux qui conviennent dans un cas ne sont pas satisfaisants dans l'autre.

Nous avons alors pensé que l'étude des caractères anatomiques serait une aide précieuse pour la classification de nos plantes. Nous verrons, au cours de ce travail, que l'anatomie a permis de résoudre des questions importantes : elle s'est montrée, dans bien des cas, pour la systématique, une auxiliaire de la morphologie externe.

(1) Descriptions d'espèces nouvelles : Ast, 1938 ; Jovet-Ast, 1940.

Source : MNHN, Paris

3. TRAVAUX ANATOMIQUES RELATIFS AUX ANONACÉES

Quelques études générales sur l'anatomie des Anonacées ont été publiées par Solereder (1899 et 1908), par Baillon (1867), qui décrit surtout la structure des différents organes de l'*Asimina triloba*, et par Vesque (1881, *a* et *b*). Quelques travaux plus spéciaux ont été effectués :

Guillard (1868) signale la complexité exceptionnelle de la nervure dorsale du *Cananga odorata*, et l'amplitude des vaisseaux qui dépasse le diamètre moyen des vaisseaux ligneux des Anonacées.

Blenck (1884) indique que les cellules sécrétrices se localisent dans le tissu lacuneux ou le tissu palissadique, ou à la limite de ces 2 tissus. Des cellules sclérenchymateuses se disposent perpendiculairement au tissu palissadique, et des fibres de sclérenchyme courent parallèlement à la surface foliaire.

Bachmann (1886) décrit les poils écailleux à branches nombreuses, enfoncés jusqu'au mésophylle et sans pédicule, existant chez *Duguetia bracteosa*, *D. spixiata*, *Anona furfuracea*.

Borodin (1892) confirme la présence de cellules oléifères dans toutes les espèces, caractères se retrouvant chez les Magnoliacées, mais non chez les Renonculacées. Des épidermes à plusieurs couches et du sclérenchyme dans le limbe foliaire s'observent dans les espèces isolées, mais non pas régulièrement dans de grands groupes. La fréquence des cristaux d'oxalate est telle (chez 92 % des espèces étudiées), qu'il insiste sur son importance : c'est un « caractère de famille » commun aux Anonacées et aux Magnoliacées qui s'opposent ainsi aux Renonculacées chez lesquelles l'oxalate est absent. Suivant la place et la forme des cristaux épidermiques, Borodin établit 5 types dans lesquels il fait entrer un certain nombre de genres. Les différentes espèces de *Polyalthia*, *Unona*, *Uvaria*, appartiennent à plusieurs types : ces genres, pour lui, ne sont pas naturels.

Mais les recherches les plus approfondies sont celles de Beyer (1901) sur l'anatomie des Anonacées africaines. Cet auteur parle peu des espèces asiatiques, cependant nous aurons souvent l'occasion de comparer nos observations aux siennes.

Enfin, la structure du bois a été étudiée par Gamble (1881), par H. Lecomte (1926), Jones (1924) et surtout par Moll et Jansonius (1906).

4. MÉTHODE. DÉFINITIONS

La structure des organes floraux ne variant guère d'une espèce à l'autre, ni même d'un genre à l'autre, ne présente pour nous qu'un intérêt très restreint. Le bois peut nous fournir d'excellents caractères, mais il faudrait posséder de nombreux échantillons pris sur des arbres assez âgés. Cependant les quelques coupes que nous avons pu faire nous permettent d'affirmer qu'une étude du bois serait d'un grand intérêt. Il est inutile d'en donner ici les principaux ré-

Source : MNHN, Paris

sultats puisqu'une étude bien plus complète que la nôtre a été publiée par Moll et Jansonius.

Il nous a semblé que les caractères anatomiques foliaires sont ceux qui permettent les conclusions systématiques les plus intéressantes, aussi nos résultats se rapportent-ils seulement à l'anatomie des feuilles (limbe, nervure médiane, nervures secondaires, pétiole).

L'étude des épidermes a été faite sur des lambeaux d'épiderme arrachés ou enlevés au rasoir, et sur des sections transversales du limbe foliaire.

Pour la nervure médiane, les coupes les plus caractéristiques sont faites dans le premier mériphylle. Toutefois, il est souvent nécessaire d'effectuer des sections à différents niveaux pour constater l'évolution du système vasculaire. Ceci importe peu dans le cas de chaînes simples, mais est indispensable dans le cas de chaînes complexes.

La portion du pétiole la plus caractéristique est située immédiatement au-dessous de l'insertion du limbe foliaire, cependant des coupes ont été faites, non seulement au sommet, mais aussi à la base, car, dans les Anonacées, le nombre de faisceaux varie tout le long du pétiole.

Les figures de même type ont été dessinées à la chambre claire et, le plus souvent possible, aux mêmes grossissements.

Précisons quelques-uns des termes employés dans ce travail :

Nous appelons *région antérieure* et *arc antérieur* de la chaîne foliaire, la région et l'arc situés le plus près de la face supérieure de la feuille ; *région postérieure* et *arc postérieur*, la région et l'arc situés le plus près de la face inférieure de la feuille. Les expressions *pli interne* et *pli externe* désignent respectivement les parties déprimées et les parties saillantes de l'arc foliaire. Les *régions marginales droite* et *gauche* sont celles qui correspondent aux extrémités de l'arc. Les *chaînes ouvertes* n'ont qu'un arc postérieur, les *chaînes fermées* possèdent, en outre, un arc antérieur.

5. PLAN DU TRAVAIL

1° Liste des espèces étudiées anatomiquement d'après les échantillons conservés dans l'Herbier du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris ;

2° Tableau groupant les genres d'après les caractères anatomiques qui nous ont semblé les plus importants ;

3° Exposé des observations sur les différents genres, dans l'ordre indiqué par le tableau précédent ;

4° De ce travail, nous déduirons les caractères anatomiques généraux des Anonacées d'Indochine ; vient ensuite la comparaison de nos résultats avec ceux de plusieurs auteurs ayant étudié différentes familles.

Enfin, nous tirerons de ce travail des conclusions relatives à l'importance des caractères anatomiques au point de vue systématique.

Source : MNHN, Paris

LISTE DES GENRES ET DES ESPÈCES ÉTUDIÉS

Afr. trop. = Afrique tropicale ; Am. trop. = Amérique tropicale ; Birm. = Birmanie ; Born. = Bornéo ; Brés. = Brésil ; Camer. = Cameroun ; Ceyl. = Ceylan ; Ch. = Chine ; Flor. = Floride ; Gab. = Gabon ; Guin. = Guinée ; Guy. = Guyane ; I. C. = Indochine ; Indes Or. = Indes orientales ; N. Cal. = Nouvelle-Calédonie ; N. Guin. = Nouvelle-Guinée ; Pén. mal. = Péninsule malaise ; Phil. = Philippines ; Sum. = Sumatra.

Ces abréviations indiquent le lieu d'origine des échantillons étudiés.

Alphonsea Hook. et Th.

A. arborea Merr. — *Phil.*

A. Boniana Finet et Gagnep. — *I. C.*

A. coriacea Finet et Gagnep. (= *Bocagea coriacea* Hook. et Th. = *Orophea coriacea* Thw.) — *Ceyl.*

A. Gaudichaudiana H. Bn. (= *Bocagea Gaudichaudiana* H. Bn.) — *I. C.*

A. lutea Hook. f. et Th. (= *Uvaria lutea* Roxb.) — *Ceyl.*

A. monogyna Merrill et Chun. — *Hainan.*

A. Philastreana Finet et Gagnep. (= *Bocagea Philastreana* Pierre. — *I. C.*

A. sclerocarpa Thw. — *Ceyl.*

A. sessiliflora Merr. — *Phil.*

A. squamosa Finet et Gagnep. — *I. C.*

A. tonkinensis A. DC. — *I. C.*

A. ventricosa Hook. f. et Th. (= *Uvaria ventricosa* Roxb. = *Gualleria ventricosa* Wall.) — *Indes or.*

A. zeylanica Hook. f. et Th. (= *Uvaria lutea* W. et Arn. = *Gualleria aculifolia* Wall.) — *Ceyl.*

Anaxagorea A. de Saint-Hilaire.

A. acuminata Saint-Hilaire. — *Guyane, Brésil.*

A. javanica Bl. — *Java.*

A. luzonensis A. Gray. — *I. C.*

A. Scortechinii King — *Pén. mal.*

Anomianthus Zoll.

A. heterocarpus Zoll. — *I. C.*

Anona L.

A. cherimolia Mill. — *Am. trop.*

A. glabra L. — *Gab.*

Source : MNHN, Paris

A. glauca Schum. et Thonn. — *Guin.*
A. muricata L. — *I. C.*
A. reticulata L. — *I. C.*
A. sessiliflora Benth. — *Brés.*
A. squamosa L. — *I. C.*
Artabotrys R. Brown.
A. aeneus S. J.-A. — *I. C.*
A. brevipes Craib. — *I. C.*
A. burmanicus DC. — *I. C.*
A. Harmandii Finet et Gagnep. — *I. C.*
A. hongkongensis Hance. — *I. C.*
A. intermedius Hassk. (= *A. odoratissimus* var. *intermedius* Boerl.) — *I. C.*
A. odoratissimus R. Br. (= *Unona uncinata* DC. — *Anona uncinata* Lmk.) — *I. C.*
A. vinhensis S. J.-A. — *I. C.*
Asimina Adans.
Beccariodendron Warb. (= *Goniothalamus* sect. *Beccariodendron* Boerl.)
Bocagea Saint-Hilaire.
B. hexandra Bl. (voir *Orophea hexandra* Bl.) — *Java.*
Bocageopsis.
Cleistopholis Pierre ex Engl.
C. albida Engl. et Diels (= *Unona albida.*) — *Camer.*
Cyathocalyx Champ.
C. filiformis S. J.-A. — *I. C.*
C. globosus Merr. — *Phil.*
C. Maingayi Hook. et Th. — *Pén. mal.*
C. marlabanicus var. *Harmandii* Finet et Gagnep. — *I. C.*
C. petiolatus Diels. — *N. Guin.*
C. sumatrana Scheff. — *Sum.*
C. zeylanicus Champ. — *Ceyl.*
Cyathostemma Griff.
Dasymaschalon D. T. et H.
D. Blumei Finet et Gagnep. (= *Unona dasymaschala* Bl.) — *I. C.*
D. glaucum Merr. et Chun. — *I. C.*
D. lomentaceum Finet et Gagnep. — *I. C.*
D. longiflorum Finet et Gagnep. (= *Unona longiflora* Roxb.) — *I. C.*
D. macrocalyx Finet et Gagnep. (= *D. trichophorum* Merr.) — *I. C.*
D. Robinsonii S. J.-A. — *I. C.*
Deeringothamnus Small.
D. pulchellus Small. — *Flor.*
Desmos Lour. = *Unona* auct. non L.
D. cambodicus S. J.-A. = (*Popowia cambodica* F. et G.) — *I. C.*
D. chinensis Lour. (= *Unona discolor* Vahl.) — *I. C.*
D. cochinchinensis Lour. (= *Unona Desmos* Dun.) — *I. C.*

Source : MNHN, Paris

D. cochinchinensis var. *grandifolia* Finet et Gagnep. — *I. C.*
D. dinhensis Merr. (= *Unona dinhensis* Pierre) — *I. G.*
D. dubius Craib (= *Unona dubia* Craib.) — *I. C.*
D. dumosus Safford (= *Unona dumosa* Roxb.) — *I. G.*
D. Hahnii Merr. (= *Unona Hahnii* Finet et Gagnep.) — *I. G.*
D. hainanensis Merr. — *Hainan.*
D. sessiliflorus S. J.-A. — *I. C.*
D. velutinus S. J.-A. (= *Unona velutina* Hance). — *I. C.*
Ellipeia Hook. et Th.
E. cherrevensis Finet et Gagnep. — *I. G.*
E. cuneifolia Hook. et Th. — *Pén. mal.*
Ephedranthus S. Moore.
E. parviflorus S. Moore. — *Brés.*
Fissistigma Griff. (voir *Melodorum* Dun.).
Geanthemum Safford.
Goniothalamus Hook. et Th.
G. donnaïensis Finet et Gagnep. — *I. C.*
G. elegans S. J.-A. — *I. C.*
G. Gabriacianus S. J.-A. (= *G. saïgonensis* Pierre = *Oxymitra Gabriaciana* Bn.) — *I. G.*
G. giganteus Hook. et Th. — *Pén. mal.*
G. insigne Warb. — *N. Cal.*
G. multiovulatus S. J.-A. — *I. C.*
G. saïgonensis Pierre (= *G. Gabriacianus* S. J.-A.) — *I. G.*
G. Thomsonii Thw. — *Ceyl.*
G. louranensis S. J.-A. — *I. G.*
G. Wrayi King. — *Pén. mal.*
Griffithianthus Merr.
G. Merrillii W. H. Brown. — *Phil.*
Guatteria Duiz et Pav.
Gualteria Rumphii Blume, ex Henschel (= *Polyalthia Rumphii* Merr.) — Moluques.
Isolona Engl.
I. Klaineana Pierre *mss.* — *Gab.*
Malmea R. E. Fries.
Meiocarpidium Engl. et Diels.
M. lepidotum Engl. et Diels. — *Afr. trop.*
Meiogyne Miq.
M. virgata Miq. — *Pén. mal., Sonde.*
Melodorum Dun. (= *Fissisligma* Griff.).
M. Balansae A. DC. — *I. C.*
M. bicolor Hook. f. et Th. — *Inde.*
M. chrysosericeum Finet et Gagnep. — *I. G.*
M. ferrugineum Finet et Gagnep. (= *Xylopia ferruginea* Hook. f. et Th.).

Source : MNHN, Paris

Born. et *Pén. mal.*

M. lanuginosum Hook. et Th. — *I. C.*
M. Macturei S. J.-A. (= *Fissistigma Macturei* Merr.) — *I. C.*
M. manubrialum Hook. f. et Th. — *Pén. mal.* et *Manille.*
M. Oldhami Hemsl. (= *Fissistigma Oldhami* Merr.) — *I. C.*
M. olivaceum Finet et Gagnep. = *Xylopia ferruginea* King. — *Pén. mal.*
M. pallens Finet et Gagnep. — *I. C.*
M. Poilanei S. J.-A. — *I. C.*
M. polyanthoides A. DC. — *I. C.*
M. Schefferi Finet et Gagnep. (voir *Rauwenhoffia siamensis* Scheff.) — *I. C.*
M. villosum S. J.-A. — *I. C.*

Miliusa Lesch.

M. Bailloni Pierre. — *I. C.*
M. Balansae Finet et Gagnep. — *I. C.*
M. campanulata Pierre. — *I. C.*
M. fusca Pierre. — *I. C.*
M. indica Lesch. — *Inde.*
M. mollis Pierre. — *I. C.*
M. Roxburghiana Hook f. et Th. — *Indes or.*
M. sinensis Finet et Gagnep. — *Ch.*
M. Thorelii Finet et Gagnep. — *I. C.*
M. velutina Hook f. et Th. — *I. C.*

Mitrephora Hook. et Th.

M. calcarea Diels. — *I. C.*
M. Edwardsii Pierre. — *I. C.*
M. glandulifera Boerl. — *Java.*
M. grandiflora Bedd. — *Inde.*
M. pallens S. J.-A. — *I. C.*
M. parviflora S. J.-A. — *I. C.*
M. Thorelii Pierre. — *I. C.*
M. trimera Craib. — *Siam.*
M. vendiaeflora Kurz. — *Birm.*

Monodora Dun.

Orophea Bl.

O. cuneiformis King. — *Pén. mal.*
O. desmos Pierre. — *I. C.*
O. hexandra Bl. (= *Bocagea hexandra* Bl. = *B. javensis* Spreng.) — *Java.*
O. hirsuta King. — *Pén. mal.*

Oxymitra Hook. et Th.

O. acuminata Merr. — *Bornéo.*
O. affinis Hook. et Th. — *I. C.*
O. Bakeri Merr. — *Phil.*
O. calycina King. — *Pén. mal.*
O. desmoides Craib. — *Siam.*

Source : MNHN, Paris

O. fornicata Hook. et Th. — *I. C.*
O. Gabriaciana H. Bn. (voir *Goniothalamus Gabriacianus* S. J.-A.) — *I. C.*
O. glauca Hook. et Th. — *Phil.*
O. Korthalsiana Miq. — *Bornéo.*
O. lagunensis Elmer. — *Phil.*
O. latifolia Hook. et Th. — *Pén. mal.*
Pachypodanthium Engl. et Diels.
P. confine Engl. et Diels. — *Afr. trop.*
Phaeanthus Hoock. et Th..
P. cambodicus Pierre (voir *Desmos cambodicus* S. J.-A.). — *I. C.*
Polyalthia Bl.
P. acuminata Thw. — *Afr. trop.*
P. Beccarii King. — *Pén. mal.*
P. borneensis Merr. — *Born.*
P. cerasoides Benth. et Hook. — *I. C.*
P. coffeoides Benth. et Hook. — *Ceyl.*
P. consanguinea Merr. — *Haïnan.*
P. corlicosa Finet et Gagnep. — *I. C.*
P. debilis Finet et Gagnep. — *I. C.*
P. dolichophylla Merr. — *Phil.*
P. elegans Finet et Gagnep. — *Ceyl.*
P. evecta Finet et Gagnep. — *I. C.*
P. evecta var. *allopeuensis* Pierre. — *I. C.*
P. evecta var. *baochianensis* Pierre. — *I. C.*
P. evecta var. *intermedia* Pierre. — *I. C.*
P. flava Merr. — *Phil.*
P. Forbesii F. Muell. — *N. Guin.*
P. Hancei Finet et Gagnep. (= *Unona Hancei* Pierre). — *I. C.*
P. Harmandii Finet et Gagnep. (= *Unona Harmandii* Pierre). — *I. C.*
P. Jenkinsii Benth. et Hook. F. — *I. C.*
P. jucunda Finet et Gagnep. (= *Unona jucunda* Pierre). — *I. C.*
P. Lawi Finet et Gagnep. — *Indes or.*
P. longifolia Benth. et Hook. — *Inde.*
P. luensis Finet et Gagnep. — *I. C.*
P. marilima Baillon. — *Madagascar.*
P. minima S. J.-A. — *I. C.*
P. nemoralis DC. — *I. C.*
P. Olivieri Engl. — *Camer.*
P. pannosa Finet et Gagnep. (= *Unona pannosa* Dalz.). — *Inde.*
P. Pelelolii Merr. — *I. C.*
P. plagioneura Diels. — *I. C.*
P. Rumphii Merr. (= *Gualleria Rumphii* Blume, ex Henschel). — Moluques.
P. simiarum Benth. et Hook. — *I. C.*
P. suberosa Benth. et Hook. — *I. C.*

Source . MNHN, Paris

P. Thorelii Finet et Gagnep. — *I. C.*
P. tristis Finet et Gagnep. — *I. C.*
Popowia Endl.
P. aberrans Pierre. — *I. C.*
P. cambodica (F. et G.) (voir *Desmos cambodicus* S. J.-A.). — *I. C.*
P. diospyrifolia Pierre. —*I. C.*
P. djurensis Engl. et Diels. — *Afr. trop.*
P. ferruginea Engl. et Diels. — *Afr. trop.*
P. fornicata Baillon. — *Afr. trop.*
P. pisocarpa Endl. = (*P. ramosissima* Hook. et Th.) — *I. C.*
P. tomentosa Maingay — *Pén. mal.*
Pseuduvaria Blume (voir *Milrephora*).
Rauwenhoffia Scheff.
R. siamensis Scheff. (= *Uvaria Godefroyana* Finet et Gagnep. = *Melodorum Schefferi* Pierre). — *I. C.*
Saccopetalum (voir *Miliusa*).
S. arboreum Elmer. — *Phil.*
S. Horsfeldii Benn. — *Java.*
S. longipes Vidal. — *Phil.*
Sagerea Dalz.
S. elliptica Hook. et Th. — *I. C.*
S. glabra Merr. — *Phil.*
S. laurina Dalz. — *Indes or.*
S. Thwaitesii Hook. et Th. — *Ceyl.*
Stelechocarpus Bl.
S. burahol Hook. et Th. — *Java.*
Tetrapetalum Miq.
Unona L. (voir *Desmos* Lour.)
U. albida Engl. (= *Cleistopholis albida* Engl.) — *Afr. trop.*
U. Dielsiana Engl. — *Camer.*
U. hirsuta Benth. — *Gab.*
U. lucidula Oliv. — *Afr. trop.*
U. Mesnyi Pierre (voir *Popowia aberrans* Pierre). — *I. C.*
Uvaria L.
U. Boniana Finet et Gagnep. — *I. C.*
U. calamistrata Hance. — *I. C.*
U. Dac Pierre. —*I. C.*
U. Fauveliana S. J.-A. (Pierre mss.)(= *Hamiltonii* Hook. et Th. var. *Fauveliana* F. et G.). — *I. C.*
U. Godefroyana Finet et Gagnep. (voir *Rauwenhoffia siamensis* Scheff.). — *I. C.*
U. Hamiltonii Hook. et Th. — *Ch.*
U. leplocarpa var. *Holstii* Engl. — *Afr. trop.*
U. lurida Hook. et Th. — *I. C.*

Source : MNHN, Paris

U. macrophylla Roxb. — *I. C.*
U. macrophylla var. *microcarpa* Finet et Gagnep. — *I. C.*
U. micrantha Hook. et Th. — *I. C.*
U. Petelotii Exell. (voir *Polyalthia plagioneura* Diels). — *I. C.*
U. Pierrei Finet et Gagnep. — *I. C.*
U. purpurea Bl. — *I. C.*
U. rufa Bl. — *I. C.*
U. scabrida Oliver. — *Afr. trop.*
U. tonkinensis Finet et Gagnep. — *I. C.*
U. tonkinensis var. *subglabra* Finet et Gagnep. — *I. C.*
U. Varaigneana Pierre. — *I. C.*
Uvariastrum Engl.
Xylopia L.
X. aethiopica A. Rich. — *Afr. trop.*
X. africana Oliver. — *Afr. trop.*
X. grandiflora A. St-Hilaire. — *Brés.*
X. nigricans Hook. et Th. — *Ceyl.*
X. parviflora Vallot. — *Niger.*
X. Pierrei Hance. — *I. C.*
X. Poilanei S. J.-A. — *I. C.*
X. Vielana Pierre. — *I. C.*

Source . MNHN, Paris

ÉTUDE ANATOMIQUE DÉTAILLÉE

DES GENRES INDOCHINOIS ET DE QUELQUES ESPÈCES ASIATIQUES, AFRICAINES ET AMÉRICAINES

Le but de cette étude n'est pas seulement de faire connaître les caractères anatomiques des différents genres d'Anonacées, mais surtout d'indiquer les relations entre les genres (ce qui est important pour la phylogénie), de montrer si les caractères anatomiques coïncident avec les caractères morphologiques, de signaler ceux qui peuvent apporter plus de précision dans la distinction de genres voisins lorsque les données morphologiques sont insuffisantes. De plus, cette étude nous montrera que l'examen de la structure des différentes parties d'une plante permet de la classer dans une famille, un groupe de genres, souvent même dans un genre et, avec moins de certitude, de lui attribuer un nom d'espèce. Aussi, le tableau ci-contre est-il une clef permettant de déterminer un genre d'après les seuls caractères anatomiques. Il ne faut donc pas s'étonner d'y trouver, au voisinage l'un de l'autre, des genres tels que *Anaxagorea* et *Miliusa*, que séparent profondément les caractères morphologiques habituellement employés par les systématiciens.

Nous avons choisi comme base les caractères qui ont semblé les plus importants au point de vue générique, c'est-à-dire, d'une part, les caractères épidermiques (en particulier : forme et répartition des cristaux épidermiques et nature des poils), d'autre part, la structure de la chaîne foliaire. Dans cette étude, l'expression « importance des caractères » est relative à leur plus ou moins grande fréquence dans les différentes espèces (1).

(1) De Cugnac (1939, p. 40) écrivait : « Ce n'est pas de la nature des caractères ou des organes envisagés que dépend la prise en considération de leur valeur systématique, mais de la double condition, valable pour les caractères de tous ordres, d'être reconnus constants et d'être susceptibles de servir à l'établissement de groupes naturels ».

Source : MNHN, Paris

I. *Cristaux épidermiques maclés.*

1. Petites macles dans toutes les cellules épidermiques.

1er groupe : Poils étoilés

A) Uvaria. Anomianthus
B) Ellipeia
C) Cyathostemma
D) Rauwenhoffia

2e groupe : Poils simples

Sous-groupe 1. Chaîne foliaire simple :

A) Artabotrys
B) Goniothalamus
C) Anona
} épiderme inférieur jamais papilleux.

D) Xylopia
E) Popowia
} épiderme inférieur souvent papilleux.

Sous-groupe 2. Chaîne foliaire complexe :
Melodorum

2. Grosses macles dans des cellules cristallifères sphériques.

A) Desmos
B) Oxymitra

II. *Cristaux épidermiques isolés.*

1. Cristaux dans toutes les cellules épidermiques.

1er groupe : chaîne foliaire simple continue

A) Anaxagorea
B) Miliusa-Saccopetalum
C) Orophea

2e groupe : chaîne foliaire simple discontinue ou complexe

A) Sagerea
B) Polyalthia

2. Cristaux dans les cellules épidermiques au-dessus et au-dessous des nervures.

Mitrephora

III. *Cristaux épidermiques maclés ou isolés suivant les espèces.*

A) Alphonsea
B) Dasymaschalon

IV. *Pas de cristaux épidermiques.*

A) Cananga
B) Cyathocalyx

Source . MNHN, Paris

I. Genres possédant des cristaux épidermiques maclés.

PETITES MACLES DANS TOUTES LES CELLULES ÉPIDERMIQUES

1er groupe. — Petites macles dans toutes les cellules épidermiques. — Poils étoilés.

A. UVARIA-ANOMIANTHUS

Ces deux genres ont exactement la même structure, d'où leur étude simultanée. Au point de vue morphologique, ils diffèrent seulement par l'existence,

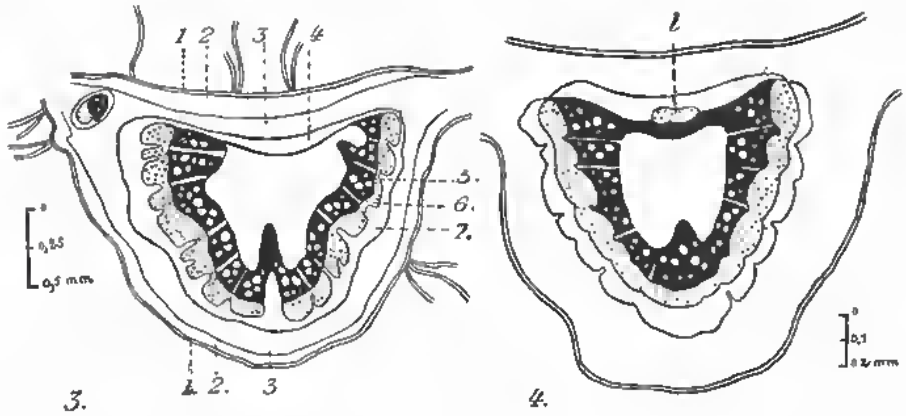


Fig. 3. — *Uvaria macrophylla.* Coupe transversale de la nervure médiane au niveau du premier mériphylle : chaîne foliaire simple en forme d'arc, complètement entourée de sclérenchyme. 1 : épiderme ; 2 : collenchyme ; 3 : parenchyme ; 4 : sclérenchyme fermant l'arc ; 5 : bois ; 6 : liber ; 7 : sclérenchyme.

Fig. 4. — *Uvaria tonkinensis.* Coupe transversale de la nervure médiane. 1 : liber de l'arc antérieur de la chaîne foliaire.

chez *Anomianthus*, de deux petites glandes à la base de chaque pétale intérieur : en réalité, caractère de peu d'importance, car la glande correspond tout simplement à un développement du tissu parenchymateux. Une section d'un pétale, faite à ce niveau, montre un parenchyme très homogène, à nombreuses cellules et contenant, comme le reste du pétale, quelques vaisseaux conducteurs et des cellules sécrétrices assez abondantes. C'est une prolifération du tissu fondamental, mais il n'y a pas de différence de nature dans le tissu. Nous pouvons, en systématique, conserver ce genre, mais dans l'étude anatomique, il est inutile de le séparer des *Uvaria*.

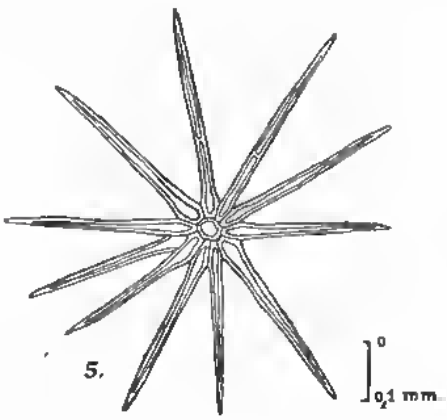
Chez les *Uvaria*, la nervure médiane présente une chaîne foliaire simple en forme d'arc fermé par une bande de sclérenchyme. Autour de cette chaîne, le parenchyme contient des cristaux d'oxalate de calcium maclés et isolés, prismatiques ou octaédriques, des cellules sécrétrices et des cellules sclé-

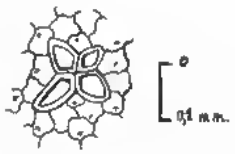
Source : MNHN, Paris

reuses. La figure 3 représente cette nervure médiane, qui est en quelque sorte la nervure médiane type des Anonacées.

Une seule espèce possède une chaîne foliaire un peu particulière, c'est l'*U. tonkinensis* : sous la bande de sclérenchyme, un paquet de liber et un peu de bois semblent appartenir à un arc antérieur (fig. 4). C'est un cas tout à fait isolé que l'on ne retrouve même pas dans la var. *subglabra* de cette espèce.

Le limbe a, lui aussi, une structure très simple. L'épiderme supérieur est formé, le plus souvent, d'une seule assise de cellules plus hautes que celles de l'épiderme inférieur, et contenant chacune un petit cristal maclé. L'épiderme supérieur de quelques espèces (*U. rufa*, *U. calamistrata*, *U. macrophylla* et sa var. *microcarpa*) montre deux assises de cellules, chaque assise contenant des macles d'oxalate.





Uvaria rufa. Fig. 5. — Poil étoilé à plusieurs branches de l'épiderme inférieur de la feuille. Chaque branche est formée d'une cellule longue et aiguë, rarement de 2 cellules.

Fig. 6. — Poil de l'épiderme supérieur à 4 branches unicellulées très courtes, inégales, obtuses.

L'épiderme inférieur possède les mêmes cristaux que l'épiderme supérieur. Les stomates n'offrent rien de particulier en ce qui concerne leur forme, leur nombre, leur répartition, sauf chez *U. tonkinensis*, où les deux cellules annexes diffèrent de forme et de taille.

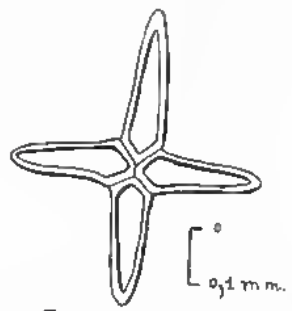
Le parenchyme palissadique ne possède jamais plus d'une assise de cellules. Les cellules sécrétrices sphériques sont situées contre ces palissades dans le tissu lacuneux assez lâche. Des piliers de sclérenchyme, traversant le mésophylle d'un épiderme à l'autre, soutiennent le limbe foliaire ; ils correspondent au prolongement de la gaine de sclérenchyme des faisceaux fibro-vasculaires. Très réduits chez *U. tonkinensis* (et sa var. *subglabra*), ils n'atteignent pas l'épiderme inférieur, et montent seulement jusqu'au niveau du tissu palissadique.

Les poils étoilés ou en touffes des *Uvaria* ont des branches plus ou moins

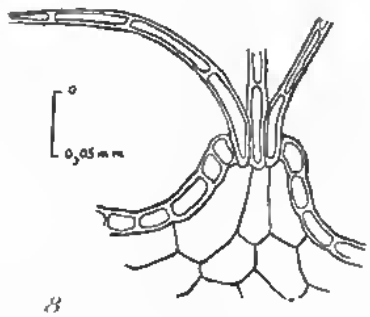
Source : MNHN, Paris

nombreuses, unisériées, le plus souvent pluricellulées (jusqu'à 10 cellules), quelquefois unicellulées (fig. 5). Les branches sont parfois peu nombreuses et courtes, par exemple sur l'épiderme supérieur d'*U. rufa* (fig. 6) et sur l'épiderme inférieur d'*U. Fauveliana* (fig. 7). Les poils s'insèrent entre les cellules épidermiques, au contact du mésophylle. Mais, dans *U. rufa* et *Anomianthus heterocarpus* (fig. 8), ceux de l'épiderme inférieur se trouvent au sommet d'une petite émergence analogue à celle dont parle BEYER pour *U. leptoclada* var. *Holstii* et *U. scabrida*. Par contre, dans *U. Dac*, les poils s'enfoncent bien jusqu'au mésophylle, mais les cellules épidermiques hautes et dédoublées, remontent un peu autour de la base du poil, formant une petite bosse (fig. 9).

Le tableau p. 139 ne mentionne l'existence de poils étoilés que dans 5 genres, dont 4 ont très peu d'espèces. La présence de ces poils sur les feuilles d'une



7



8

FIG. 7. — *Uvaria Fauveliana*. Poil étoilé de l'épiderme inférieur. Les 4 branches, égales, sont formées chacune d'une cellule courte, obtuse.

FIG. 8. — *Anomianthus heterocarpus*. Section transversale d'une saillie de la face inférieure du limbe foliaire. Au sommet s'insère un poil à branches pluricellulées.

Anonacée permet de la classer immédiatement dans ce groupe de genres. L'intérêt systématique de ces poils est donc grand.

La plupart des espèces possèdent, comme nous l'avons indiqué, uniquement des poils étoilés, cependant, on trouve en outre des poils simples chez *U. tonkinensis* et sa var. *subglabra*, et chez *U. Fauveliana*. Par son limbe glabre, *U. micrantha* diffère de toutes les autres espèces ; cependant, sur les nervures existent des poils simples.

Il est possible d'établir un tableau des espèces d'après les caractères des poils :

I. POILS ÉTOILÉS ET POILS SIMPLES SUR LE LIMBE FOLIAIRE

1. Poils bicellulés ; les 2 sortes de poils sur l'épiderme inférieur.... *U. tonkinensis* et var. *subglabra*.
2. Poils uni- ou pluricellulés ; étoilés sur l'épiderme inférieur, simples sur l'épiderme supérieur ... *U. Fauveliana*

Source : MNHN, Paris

II. POILS SEULEMENT ÉTOILÉS SUR LE LIMBE FOLIAIRE

1. Poils de taille différente.....	*U. rufa.*
2. Poils tous semblables. :	
a) chaque branche des poils n'ayant jamais plus de 2 cellules.....	*U. lurida* *U. Pierrei*
b) chaque branche des poils ayant plus de 2 cellules...	*U. Dac* *U. varaigneana* *U. purpurea* *U. calamistrata* *U. macrophylla* et var. *microcarpa*

III. LIMBE GLABRE

1. Poils simples sur les nervures...	*U. micrantha*
2. Pas de poils sur les nervures....	*U. Boniana*

En ce qui concerne la structure du pétiole, notons simplement que le nombre des faisceaux varie de la base au sommet où il atteint souvent 5. On y trouve en général 3 sortes de cristaux : 1° macles à branches très fines, nombreuses et régulières ; 2° cristaux irrégulièrement maclés à branches peu nombreuses ; 3° cristaux isolés prismatiques ou octaédriques. La section, au sommet, d'un pétiole d'*Anomianthus helerocarpus*, par sa structure simple, peut être prise comme type de la structure du pétiole chez les Anonacées (fig. 10).

Dans l'ensemble, le genre *Uvaria* est très homogène au point de vue anatomique. La structure simple des différents organes peut être considérée comme typique des Anonacées. Le genre *Uvaria* (et les quatre petits genres affins) se distingue des autres genres d'Anonacées par la présence de poils étoilés ou en touffes.

Si la structure de tous les *Uvaria* paraît à peu près uniforme et ne permet pas de les différencier spécifiquement, par contre l'examen de l'indument (nature des poils et nombre de leurs cellules) nous a conduit à établir une clé suffisante pour déterminer avec sûreté quelques espèces et en grouper quelques autres. Les caractères des poils sont suffisamment importants pour justifier notre opinion que l'*U. Fauveliana* est bien, comme nous l'a montré l'étude morphologique, une espèce et non une variété de l'*U. Hamiltonii* (1).

(1) *Uvaria Hamiltonii* et sa variété *Fauveliana* ayant des fruits mûrs très différents, nous avons élevé la variété au rang d'espèce (*U. Fauvetiana*) *in* Suppl. Fl. gén. Indochine, I, p. 64, et Not. Syst., 1940, p. 87.

Source . MNHN, Paris

Nous indiquerons comme caractères accessoires, mais non spécifiques, car ils dépendent, sans doute, de l'âge de la plante et du milieu : présence d'un épiderme à une ou deux assises de cellules, absence ou existence de cristaux dans l'épiderme inférieur. Enfin, un caractère nous a semblé très variable dans une même espèce suivant l'échantillon considéré : le plus ou moins grand nombre de cellules sécrétrices et scléreuses.

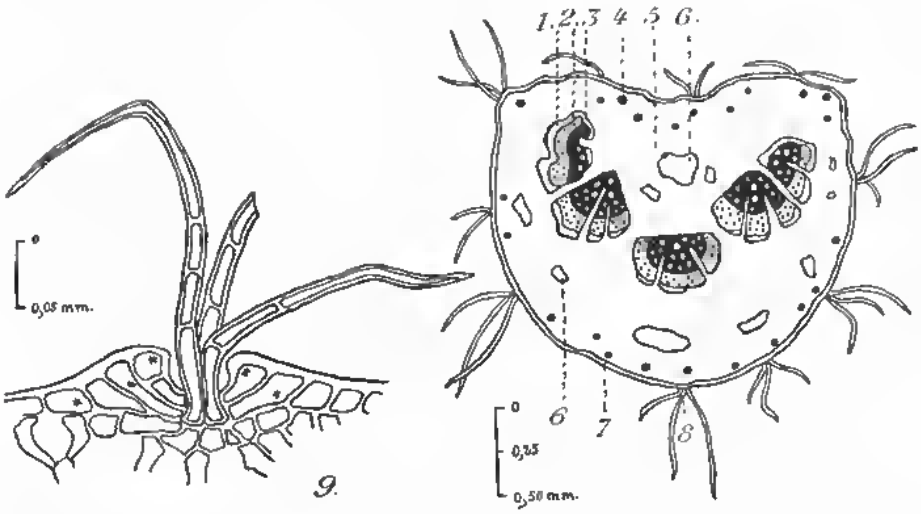


Fig. 9. — *Uvaria Dac.* Coupe transversale de l'épiderme inférieur montrant l'insertion des poils en touffe.

Fig. 10. — *Anomianthus heterocarpus.* Section transversale au sommet du pétiole, montrant, dans la masse de parenchyme (5), les 5 faisceaux principaux bordés de sclérenchyme (1), les paquets de cellules scléreuses (6) soutenant le pétiole, les cellules sécrétrices (4) disposées près de l'épiderme (7), les poils étoilés (8) ; liber et bois des faisceaux (2) et (3).

B. ELLIPEIA

Ce genre est extrêmement voisin du précédent : même structure de la nervure médiane, structure du mésophylle identique (une seule assise palissadique, cellules sécrétrices contre cette assise, piliers de sclérenchyme venant des faisceaux fibro-vasculaires et traversant tout le mésophylle). L'épiderme inférieur contient des macles d'oxalate comme Beyer l'a signalé.

Cependant, chez *E. cherrevensis*, la hauteur des cellules épidermiques supérieures atteint presque celle de l'assise palissadique. Ce caractère, qui n'est pas générique, bien que nous ne l'ayons trouvé chez aucun *Uvaria*, apparaît moins nettement sur l'échantillon d'*E. cuneifolia* provenant du jardin botanique de Calcutta (*in.* Herb. Mus. Paris).

Les poils rappellent ceux de certains *Uvaria* par leur forme et le nombre de leurs cellules. En effet, *E. cherrevensis* possède sur la face supérieure de la feuille des poils simples à 2-3 cellules et sur la face inférieure des poils en

Source : MNHN, Paris

touffe le plus souvent à branches tricellulées. Ces caractères rappellent ceux d'*U. Fauveliana*.

Le pétiole ressemble à celui des *Uvaria*, mais tous les cristaux sont des macles régulières.

Le genre *Ellipeia* ne possède donc pas de caractères marquants ; il est étroitement uni aux *Uvaria*.

C. CYATHOSTEMMA

Le genre *Cyathostemma*, très proche des précédents, en particulier par la présence de petits cristaux maclés dans les cellules épidermiques, et par ses poils étoilés, ne possède rien d'absolument remarquable.

D. RAUWENHOFFIA

La structure des différentes parties de la feuille est encore du type *Uvaria*. Signalons en particulier la présence de petites macles d'oxalate dans les cellules épidermiques supérieures et inférieures, de poils étoilés à 2-8 branches ayant chacune 2 cellules (l'inférieure plus courte que la supérieure) à parois très minces, enfin l'existence de 5 faisceaux au sommet du pétiole.

Quelques remarques sont nécessaires pour éclairer la synonymie du *Rauwenhoffia siamensis*, d'abord nommé *Uvaria Godefroyana*, par Finet et Gagnepain. Au point de vue anatomique, nous pourrions mettre cette espèce dans les *Uvaria*, car ce genre n'a pas de différence importante avec *Rauwenhoffia*, mais au point de vue morphologique, elle est mieux placée dans le genre *Rauwenhoffia* en raison de sa préfloraison valvaire. On l'a nommée aussi *Melodorum Schefferi*, mais ce ne peut être un *Melodorum* : elle ne possède ni la chaîne foliaire complexe ni l'épiderme inférieur papilleux caractéristiques de ce genre, dont elle diffère encore par ses poils étoilés et la présence de petites macles dans ses cellules épidermiques.

Uvaria, *Ellipeia*, *Cyathostemma*, *Rauwenhoffia*, forment un ensemble extrêmement homogène, très éloigné des autres groupes de genres, en particulier par la présence de poils étoilés. Au point de vue anatomique, ces 4 genres présentent des différences d'ordre plutôt spécifique que générique. Par contre, les caractères morphologiques : préfloraison, forme du stigmate, nombre d'ovules, permettent d'établir des genres nettement distincts bien que très affins.

2e groupe. — Petites macles dans toutes les cellules épidermiques.— Poils simples.

Sous-groupe 1 : *Chaîne foliaire simple.*

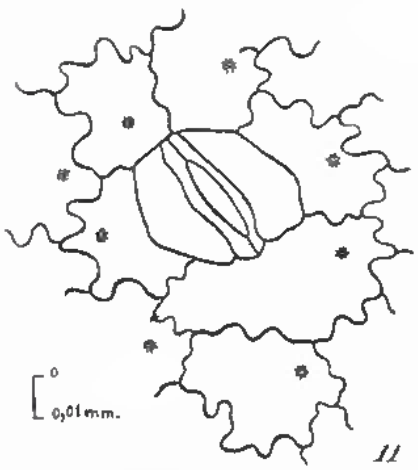
A. ARTABOTRYS

Dans ce genre, les caractères anatomiques sont assez constants, cependant il faut signaler quelques différences spécifiques.

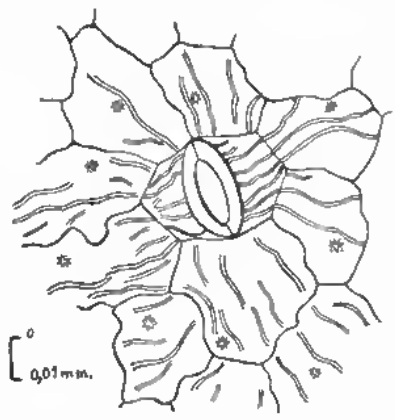
Source : MNHN, Paris

La nervure médiane ressemble à celle d'un *Uvaria* en ce qui concerne la chaîne foliaire, les cristaux, les cellules sécrétrices et scléreuses.

L'épiderme supérieur de la feuille possède des cristaux maclés et, très souvent, en particulier chez *A. odoratissimus*, *A. burmanicus*, *A. Harmandii* (fig. 11) des stomates ayant la même forme que ceux de la face inférieure de la feuille, peu abondants bien que plus nombreux au voisinage des nervures. L'*A. vinhensis* semble en posséder seulement au-dessus de la nervure médiane. La présence de ces stomates sur la face supérieure de la feuille semble un caractère très important, car il n'existe pas, à notre connaissance, chez les autres genres d'Anonacées asiatiques.



11



12

Artabotrys Harmandii. Fig. 11. — Epiderme supérieur, en plan ; cellules épidermiques sinueuses, petits cristaux d'oxalate, un stomate avec ses deux cellules annexes.

Fig. 12. — Cellules de l'épiderme inférieur, avec leurs cristaux d'oxalate de calcium ; stomate et stries cuticulaires onduleuses.

Les cellules épidermiques inférieures contiennent des cristaux maclés ; les cellules stomatiques sont généralement très ovales, la chambre sous-stomatique est vaste. Parfois (*A. Harmandii*, *A. aeneus*, *A. Vinhensis* par exemple), on note des stries cuticulaires fines ,un peu onduleuses, partant des cellules stomatiques (fig. 12), et d'autres qui rayonnent tout autour de l'insertion des poils, lorsqu'il en existe.

Très souvent, l'épiderme inférieur est couvert de poils simples, à 5-7 cellules, les inférieures plus courtes, ayant un contenu brun. On peut prendre comme type de ces poils ceux de l'*A. intermedius* (fig. 13), bien que, dans cette espèce, ils soient peu abondants.

Le parenchyme palissadique présente 2 assises de cellules assez hautes. Au-dessous, vient un tissu lacuneux d'importance très réduite, car la dernière assise de cellules, et souvent même les 2 dernières assises situées contre l'é-

Source : MNHN, Paris

piderme inférieur, constituent un véritable tissu palissadique, mais à cellules plus courtes que les palissades supérieures. Ce caractère, ainsi que la présence des stomates à la face supérieure de la feuille, confirme ce que Beyer écrivait des Anonacées africaines (1901, p. 553) : « Die Gattung *Artabotrys* zeichnet sich ferner aus durch ihren bei allen Arten auftretenden subisolateralen Blattbau ».

Dans le mésophylle, le sclérenchyme des faisceaux fibro-vasculaires ne se prolonge jamais en piliers rejoignant les 2 épidermes.

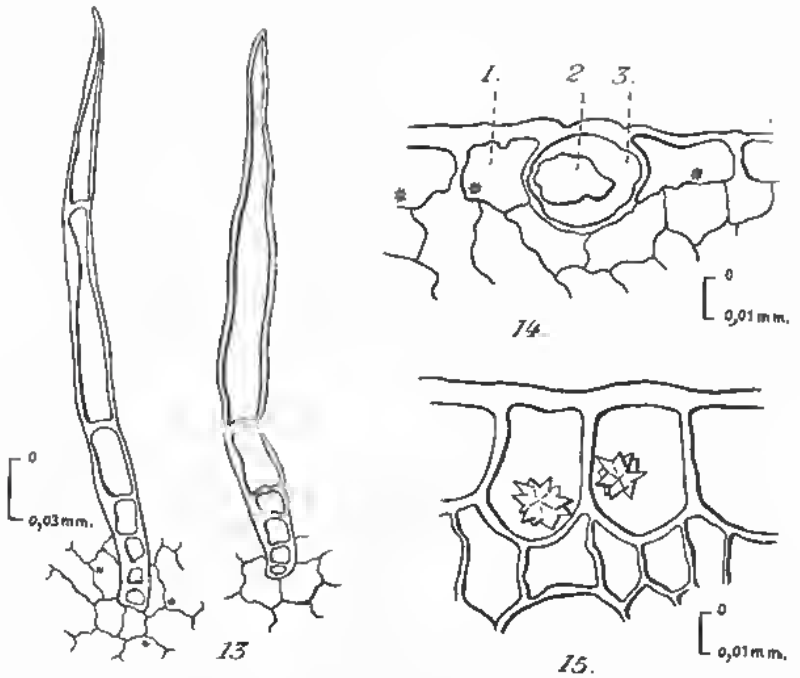


Fig. 13. — *Artabotrys intermedius*. Poils simples de l'épiderme inférieur.

Fig. 14. — *Artabotrys burmanicus*. Section transversale de l'épiderme inférieur. 1, cellule épidermique ; 2, goutte d'huile ; 3, cellule sécrétrice.

Fig. 15. — *Goniothalamus Wrayi*. Section transversale de l'épiderme supérieur : grosses macles d'oxalate de calcium contenues dans des cellules épidermiques à cloison inférieure convexe.

La répartition des cellules sécrétrices dans le limbe est bien caractéristique et absolument constante dans toutes les espèces étudiées. Ces cellules oléifères sont plus nombreuses contre l'épiderme supérieur au niveau de la première assise palissadique (*A. intermedius*) et moins abondantes au niveau de l'épiderme inférieur. Il semble qu'une des cellules épidermiques s'accroît un peu, devient sphérique et se remplit d'huile ; *A. burmanicus* (fig. 14). Cette localisation apparaît d'autant plus importante à noter qu'elle ne se trouve que dans ce genre. Enfin, d'autres cellules sécrétrices sont disséminées dans le

Source : MNHN, Paris

mésophylle : au niveau de la 2e assise palissadique, ou dans le tissu lacuneux, ou contre l'épiderme inférieur.

Les cellules sécrétrices d'*Artabotrys*, assez volumineuses, atteignent facilement 0 mm. 05 de diamètre.

Le pétiole présente, chez les différentes espèces, une grande uniformité. Il possède au sommet 5 faisceaux. Autour de l'arc de faisceaux se localisent des masses assez importantes de cellules scléreuses et des cristaux d'oxalate de calcium.

Au point de vue spécifique quels renseignements donne l'anatomie ?

Quelques espèces se distinguent difficilement les unes des autres par leurs caractères morphologiques, tels : *Artabotrys intermedius*, *A. odoratissimus*, *A. brevipes* ; leurs différences anatomiques ne sont guère plus marquées.

Voici un autre cas où l'étude anatomique ne donne pas de conclusion plus précise. Finet et Gagnepain (1905-1906) ont attribué, avec quelque doute, un échantillon récolté par Balansa à l'espèce *A. hongkongensis*. Nous pouvons seulement dire que l'anatomie ne s'y oppose pas, la seule différence reposant sur le fait que, dans l'échantillon de Balansa, l'arc de faisceaux de la nervure médiane, au lieu d'être très régulier, présente 3 lobes bien marqués. Mais, d'autre part, cette plante de Balansa se rapproche par ses caractères morphologiques de l'*A. vinhensis* ; l'affinité entre les deux espèces apparaît aussi nettement par l'étude anatomique. Cependant, on note chez *A. vinhensis* la présence de stomates dans l'épiderme supérieur de la nervure médiane. Ce caractère ne permet pas de conclusion définitive, car il n'est certainement pas d'ordre spécifique.

En résumé, ce genre est surtout caractérisé par : 1° la structure subisolatérale du limbe due à la présence de stomates dans l'épiderme supérieur, et d'une ou deux assises palissadiques contre l'épiderme inférieur ; 2° la place des cellules sécrétrices du limbe foliaire.

Alors que la morphologie permet de rapprocher les genres *Artabotrys* et *Cyathocalyx* (1), l'anatomie les montre parfaitement distincts. L'étude anatomique n'ajoute rien aux données morphologiques pour la distinction des espèces affines.

B. GONIOTHALAMUS

Le genre *Goniothalamus* est proche du genre *Oxymitra* (2). A la suite d'une étude purement morphologique, plusieurs espèces ont été placées à tort

(1) Les genres *Artabotrys* et *Cyathocalyx* diffèrent par les caractères morphologiques suivants :

Cyathocalyx : pédoncules jamais recourbés en crochet ; carpelle presque toujours unique, carpelles rarement 3-5 ; ovules nombreux (6-10).

Artabotrys : pédoncules toujours recourbés en crochets ; carpelles nombreux ; ovules 2.

(2) A peu près semblables par le calice, la corolle, l'insertion des ovules, les *Goniothalamus* et les *Oxymitra* diffèrent cependant par la présence de styles très longs (au moins aussi longs que l'ovaire), et souvent bilabiés chez *Goniothalamus*, courts, claviformes, divisés au sommet en 2 lèvres très courtes chez *Oxymitra*. Finet et Gagnepain écrivaient (1905-1906, p. 114) : « Ce sont deux genres éminemment voisins et qui pourraient être réunis sans grand inconvénient ».

Source : MNHN, Paris

dans l'un ou l'autre genre ; or, anatomiquement, ces deux genres diffèrent profondément, mais, à l'intérieur de chacun, les espèces se ressemblent beaucoup.

L'épiderme supérieur de la feuille, formé de cellules à cloisons sinueuses, contient de petits cristaux maclés en oursins, et, parfois, quelques cristaux, isolés octaédriques. L'épiderme inférieur possède seulement des macles. La cuticule, assez mince dans la plupart des autres genres, atteint ici une épaisseur remarquable (8-10 μ chez *G. donnaïensis* ; 10-12 μ chez *G. touranensis*). Les poils semblent assez caractéristiques ; très courts, formés de 2 cellules, la cellule supérieure étant, soit un peu plus longue que l'inférieure et aiguë, soit à peu près égale à l'inférieure et obtuse au sommet. Chez le *G. giganteus* (de la région de Pénang), il existe, en plus de ces poils à cellule supérieure obtuse, des poils bicellulés mais à cellule supérieure étroite, très longue, très aiguë et à paroi mince. La présence de poils bicellulés est fréquente mais non constante dans ce genre. On ne peut donc pas en faire un caractère générique. Ainsi, chez *G. donnaïensis*, les poils ont 3-4 cellules ; chez *G. touranensis* 5-6 ; chez *G. elegans*, 2-3.

Le mésophylle comprend 2 assises palissadiques très basses dont les cellules presque carrées et à parois minces et sinueuses contiennent de petits cristaux semblables à ceux des épidermes. Comparons les épaisseurs respectives du tissu palissadique et du tissu lacuneux ; elles sont, chez *G. Gabriacianus*, dans le rapport de 3/7, rapport qui varie peu dans les autres espèces : le tissu palissadique est, en général, deux fois moins épais que le tissu lacuneux.

Les cellules sécrétrices, réparties dans tout le mésophylle, abondent surtout au niveau des deux palissades.

Le sclérenchyme, qui entoure les faisceaux vasculaires du limbe, ne se prolonge pas en piliers dans le mésophylle.

Notons la constance, chez toutes les espèces étudiées, de tous les caractères indiqués ci-dessus et dont l'ensemble définit parfaitement le genre *Goniothalamus*.

Il existe néanmoins des différences spécifiques importantes. Nous avons déjà signalé la forme et le nombre de cellules des poils. Chez *G. Thomsonii* (de Ceylan), sur les deux épidermes foliaires, des stries cuticulaires fines, serrées, un peu onduleuses, font paraître, sur une coupe transversale, les épidermes très finement dentés. Le *G. insigne* (de la Nouvelle-Calédonie) possède aussi des stries cuticulaires fines, mais seulement à la face inférieure de la feuille, sur les cellules annexes des stomates.

G. elegans a des feuilles minces et souples : ce manque de rigidité correspond à un faible développement des tissus de soutien. Ainsi, le collenchyme de la nervure médiane se réduit à du parenchyme à peine collenchymateux ; le sclérenchyme de la chaîne foliaire montre des parois relativement minces. D'autre part, les sclérites manquent totalement dans la nervure médiane.

Au contraire du précédent, le *G. touranensis* présente des feuilles rigides à

Source : MNHN, Paris

limbe épais : on compte, en effet, de 12 à 14 assises de cellules entre les deux épidermes foliaires. Les lacunes du mésophylle sont réduites. Toutes les cellules, en particulier les cellules épidermiques, ont des parois épaisses : les tissus semblent ici beaucoup mieux développés que dans les autres *Goniothalamus*.

Signalons que le *G. Wrayi* (de Pérak) se caractérise bien par ses cellules épidermiques supérieures à paroi inférieure convexe contenant d'assez grosses macles d'oxalate (fig. 15). Même caractère chez *G. multiovulatus*.

A propos de ce *G. multiovulatus* une question importante se pose : doit-on admettre le genre *Beccariodendron* pour les espèces à ovules nombreux ? Ou bien doit-on admettre à ce sujet les conclusions de Boerlage. Cet auteur disait : « Ne voyant aucune différence entre le genre *Beccariodendron* de Warburg et le genre *Goniothalamus*, si ce n'est dans le nombre des ovules, j'en fais une section de ce genre. » Nous avons adopté dans l'étude systématique cette façon de voir (1). L'étude anatomique en a confirmé l'exactitude : *G. insigne* (de Nouvelle-Guinée) et *G. multiovulatus* montrent tous les caractères distinctifs du genre *Goniothalamus* ; les différences avec les espèces à un ou deux ovules sont seulement d'ordre spécifique.

Si l'anatomie a, cette fois encore, permis de trancher définitivement la question, elle a servi également dans le cas de l'*Oxymitra Gabriaciana* qui nous avait paru tout à fait analogue au *Goniothalamus saigonensis*. L'identité de ces deux espèces a, tout d'abord, été établie en vérifiant que les caractères morphologiques et anatomiques étaient les mêmes dans les deux cas. Mais, dans quel genre fallait-il placer cette espèce ? L'observation des caractères morphologiques montrait que c'était un *Goniothalamus*. L'anatomie a confirmé cette conclusion. En effet, comme nous le verrons, la structure d'un *Goniothalamus* et celle d'un *Oxymitra* diffèrent si profondément qu'il est impossible de les confondre. Or, notre espèce présente tous les caractères des Goniothalamus et aucun de ceux des *Oxymitra*. Il n'y a donc pas d'hésitation possible : c'est un *Goniothalamus* et l'espèce doit s'appeler *G. Gabriacianus* (Fl. gén. Indochine, Suppl. I, p. 95).

Le genre *Goniothalamus* est bien défini par des caractères anatomiques constants dans toutes les espèces : épiderme supérieur, mésophylle, cellules sécrétrices et scléreuses. Cependant des différences spécifiques existent : stries cuticulaires, tissu de soutien... Le genre *Beccariodendron* doit être incorporé au genre *Goniothalamus*. L'*Oxymitra Gabriaciana* doit s'appeler *Goniothalamus Gabriacianus*.

C. ANONA

Pour dégager les caractères généraux de ce genre, pauvrement représenté en Indochine par trois espèces seulement, il a semblé indispensable d'étudier ses représentants de régions différentes, en particulier d'Afrique.

(1) Description de l'espèce et commentaire in *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 1938, pp. 52-53.

Source : MNHN, Paris

Les épidermes possèdent de très petites macles d'oxalate, parfois peu visibles, rares chez *A. muricata*. Une seule espèce, *A. glabra* (du Gabon), a montré des stries cuticulaires très fines sur les cellules annexes des stomates.

L'épiderme supérieur de tous les *Anona* étudiés, est glabre. Seul, *A. cherimolia* montre des poils bicellulés.

Les poils de l'épiderme inférieur, quand ils existent, se composent de 2 cellules inégales (l'inférieure plus courte) ; cependant, ceux d'*A. cherimolia*, longs, contournés, entrelacés, rappellent beaucoup la figure de *A. senegalensis* (*in* Beyer, 1901, p. 531).

Les cellules épidermiques inférieures d'*A. glauca* se prolongent en papilles ; les cellules stomatiques et annexes restent basses, de sorte que, sur un lambeau d'épiderme en plan, on aperçoit les stomates entre les papilles sur un plan inférieur.

Un arc simple constitue, dans tous les cas, la chaîne foliaire, mais celle d'*A. reticulata* tend nettement à former 3 lobes, et le sclérenchyme qui ferme l'arc se réduit.

L'épiderme supérieur du limbe des *A. glabra* (du Gabon) et *A. glauca* (de Sénégambie) comprend 2 assises de cellules, l'extérieure étant nettement plus basse que l'intérieure. Dans les autres espèces, l'épiderme supérieur reste simple. Le parenchyme palissadique ne possède qu'une assise de cellules, généralement assez basse et, même (*A. muricata*), à peine aussi haute que l'épiderme supérieur. Exceptionnellement, on trouve 2 assises de palissades (*A. reticulata*). Le sclérenchyme entourant les plus gros faisceaux n'atteint généralement pas les deux épidermes. Les cellules sécrétrices sont toujours grosses et assez abondantes dans le limbe ; *A. squamosa*, en particulier, en possède aussi de très volumineuses dans le parenchyme de la nervure médiane.

La chaîne pétiolaire comporte, suivant les cas, 3 faisceaux du sommet à la base, ou 3 au sommet et 5 à la base.

Ce genre n'a donc rien de bien remarquable au point de vue anatomique, cependant, chez beaucoup d'espèces, on note l'abondance des cellules sécrétrices dans tous les organes. Blenck (1884) parlait de « Scleinzellen » dans le tissu palissadique et lacuneux des *Anona* et *Rollinia* et il indiquait qu'elles constituent un moyen de défense contre l'évaporation.

Nous n'avons pas trouvé, sauf chez *A. glauca*, de sclérites traversant le limbe ou passant sous l'épiderme comme Beyer (*l. c.*) en signale dans *A. sessiliflora*.

Il semble que ces 3 *Anona*, actuellement cultivés dans toutes les régions tropicales, soient très voisins, mais que chacun présente au moins un caractère qui lui est propre :

A. squamosa : cellules sécrétrices très grosses et abondantes.

A. reticulata : chaîne foliaire à 3 lobes.

A. muricata : cristaux épidermiques assez rares.

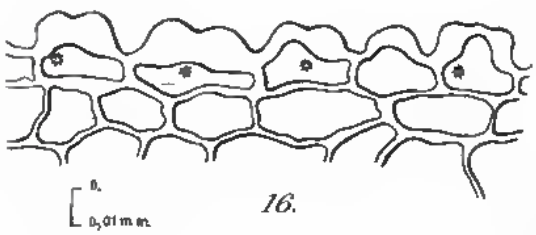
L'espèce la plus originale, *A. glauca*, montre un épiderme supérieur à 2-3 as-

Source : MNHN, Paris

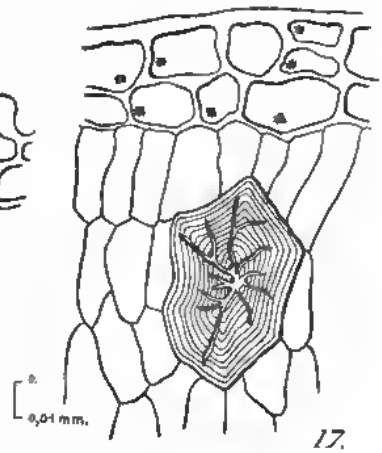
sises de cellules et un épiderme inférieur papilleux. Peut-être le climat, l'humidité, interviennent-ils pour déterminer sa structure.

D. XYLOPIA

Les *Xylopia* semblent peu abondants en Asie : nous n'en connaissons que 3 espèces en Indochine. Nous avons donc dû, pour dégager les caractères généraux, étudier aussi des *Xylopia* africains et américains : ils montrent des caractères constants, mais offrent aussi des variations spécifiques importantes.



16.



17.

Fig. 16. — *Xylopia Pierrei*. Cellules papilleuses de l'épiderme inférieur.

Fig. 17. — *Xylopia Poilanei*. Section transversale de la face supérieure du limbe foliaire montrant : 1° l'épiderme supérieur formé de 2 ou 3 assises de cellules contenant chacune un petit cristal d'oxalate de calcium ; 2° une cellule scléreuse à parois très épaissies, située dans le parenchyme palissadique.

L'épiderme supérieur possède toujours, et dans toutes ses assises, de petits cristaux maclés en oursins. L'épiderme inférieur, à stomates souvent très nombreux, contient les mêmes cristaux ; sa structure diffère ; il se compose de cellules à paroi externe tantôt rectiligne (*X. Poilanei*, *X. nigricans*, *X. aethiopica*), tantôt convexe vers l'extérieur (*X. Vielana*, *X. parviflora*) ; ses cellules peuvent se prolonger en véritables papilles : (*X. Pierrei*, fig. 16, et *X. grandiflora*). Les poils de l'épiderme inférieur, et ceux de l'épiderme supérieur de *X. Vielana* sont simples, bicellulés, à cellule supérieure de une à six fois plus longue que l'inférieure suivant les espèces.

Le nombre des assises de l'épiderme supérieur varie : *X. Pierrei*, une seule ; *X. Vielana*, une seule, mais, de place en place, les cellules se cloisonnent tangentiellement et donnent une deuxième assise. Ce cas se retrouve chez *X. nigricans*, et *X. parviflora* (du Niger). *X. Poilanei* en possède deux, mais une nouvelle cloison tangentielle forme, en quelques endroits, une troisième assise (fig. 17). Le *X. grandiflora* (du Brésil) a trois assises très nettes.

Source : MNHN, Paris

Le parenchyme palissadique comprend au moins deux assises de cellules hautes ; une troisième assise apparaît plus ou moins nettement. Le sclérenchyme, qui entoure les faisceaux conducteurs, se prolonge en piliers étroits rejoignant les épidermes. Cependant, dans le *X. Poilanei*, ces piliers n'existent que dans les nervures assez importantes. Les cellules sécrétrices se localisent toujours à peu près au niveau de la deuxième assise palissadique et dans le tissu lacuneux.

Une grande affinité s'observe entre les deux espèces indochinoises, *X. Pierrei* et *X. Vielana* : ils ne diffèrent guère que par la présence de poils sur l'épiderme supérieur du second et par la structure de l'épiderme inférieur. Le *X. Poilanei* se distingue nettement des précédents par son épiderme inférieur non papilleux, son épiderme supérieur à trois assises, l'absence de piliers de sclérenchyme dans le limbe, et aussi par la présence de grosses cellules scléreuses à paroi très épaisse et à lumière à peu près nulle, situées dans le parenchyme palissadique (fig. 17). Ce dernier caractère, joint au nombre d'assises épidermiques et à l'épaisseur assez forte de la cuticule, explique la rigidité des feuilles, très cassantes à l'état sec. D'ailleurs, à peu près tous les *Xylopia* ont des feuilles rigides, bien soutenues par leurs piliers de sclérenchyme et leurs assises épidermiques surnuméraires.

L'étude de la structure du *Melodorum ferrugineum* montre qu'il est difficile de faire de cette espèce un *Melodorum* ; c'est plutôt un *Xylopia* à épiderme inférieur non papilleux et caractérisé par ses cellules sécrétrices très abondantes surtout contre l'épiderme supérieur.

Beyer (*l. c.*), dans la description de *X. africana*, écrit que l'épiderme supérieur contient « verstreute Einzelkrystalle ». L'échantillon de l'Herbier du Muséum de Paris ne montre que des cristaux maclés comme les autres espèces, et son épiderme inférieur est peu papilleux. Cette espèce, considérée d'abord par Bentham comme étant un *Melodorum* et placée plus tard par Oliver dans les *Xylopia*, appartient bien, d'après les caractères anatomiques, à ce dernier genre. Si c'était un *Melodorum*, l'aire géographique de ce genre, actuellement connu seulement d'Asie et d'Australie, comprendrait aussi l'Afrique tropicale.

En résumé, qu'ils soient asiatiques, africains, ou américains, les *Xylopia* possèdent quelques caractères constants :

1° Epiderme supérieur tendant à se dédoubler et même à donner une troisième assise de cellules ;

2° Cellules des deux épidermes foliaires contenant de petits cristaux maclés ;

3° Poils simples, bicellulés (lorsqu'ils existent) ;

4° Parenchyme palissadique à 2-3 assises ;

5° Cellules sécrétrices dans la deuxième assise palissadique et dans le tissu acuneux.

Par contre, l'épiderme inférieur présente une structure très variable, puis-

Source : MNHN, Paris

qu'il offre tous les intermédiaires entre les cellules à cloisons externes rectilignes et les cellules longuement papilleuses.

E. POPOWIA

Pour connaître la structure-type des *Popowia*, étudions le *P. pisocarpa*, type de ce genre : cette espèce diffère beaucoup morphologiquement et anatomiquement des autres *Popowia*. L'hétérogénéité de ce genre le rend extrêmement intéressant.

Tout d'abord, l'examen de l'épiderme supérieur permet de séparer *P. pisocarpa* :

Cellules de l'épiderme supérieur à cloisons	1. rectilignes	*P. aberrans* *P. diospyrifolia* *P. tomentosa*
	2. onduleuses.....	*P. pisocarpa*

Dans le cas de cloisons rectilignes, les cellules sont très petites, celles du *P. aberrans* 2-4 fois plus petites que celles du *P. pisocarpa* (comparer fig. 18 et 20).

Les cellules de l'épiderme inférieur peuvent se prolonger en papilles ; déjà Beyer (*l. c.*) l'avait signalé dans *P. ferruginea* : « Epidermis unten papillös ausgestülpt », *P. fornicata* et *P. djurensis*. Ce caractère existe bien chez les deux premières espèces que nous avons pu étudier, mais, dans les *Popowia* indochinois, il est encore plus accentué. La figure 19 montre que, chez *P. aberrans*, les papilles s'élèvent fortement au-dessus du niveau des stomates qui semblent alors enfoncés. Parfois, deux papilles voisines se rapprochent l'une de l'autre, recouvrant le stomate qui se trouve entre elles, de sorte que celui-ci n'apparaît plus si l'on regarde en plan un lambeau d'épiderme inférieur (1). Ces papilles existent chez *P. aberrans* et *P. diospyrifolia*. Nous pouvons donc encore mettre deux groupes d'espèces en évidence :

1. Epiderme inférieur papilleux	*P. aberrans* *P. diospyrifolia*
2. Epiderme inférieur non papilleux.....	*P. pisocarpa* *P. tomentosa*

Généralement, les cristaux épidermiques sont des macles d'oxalate aux-

(1) Aspect tout à fait comparable aux stomates immergés des capsules de certains *Orthotrichum*. Cf. Venturi, *in* Husnot, Muscologia gallica, Cahan (Orne) et Paris, 1884-1890.

Source : MNHN, Paris

quelles s'ajoutent des cristaux isolés, soit dans l'épiderme supérieur, soit dans l'épiderme inférieur. La figure 20 représente la juxtaposition de ces deux genres de cristaux chez *P. pisocarpa*. Dans *P. tomentosa*, il semble que nous

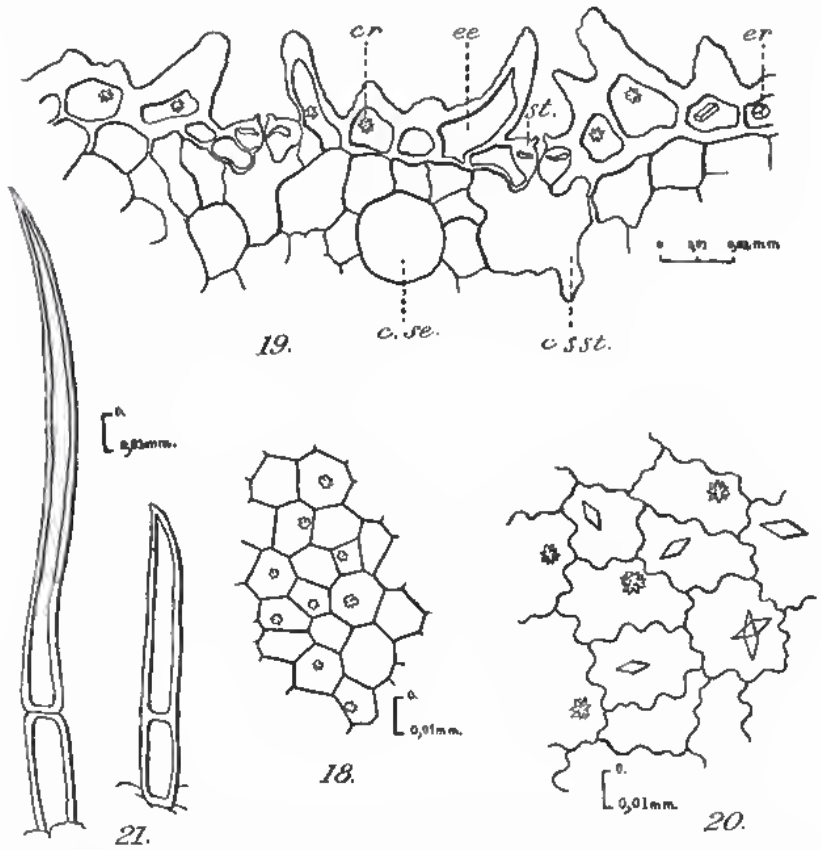


Fig. 18. — *Popowia aberrans*. Epiderme supérieur, vu en plan : cellules à cloisons rectilignes contenant chacune une macle d'oxalate.

Fig. 19. — *Popowia aberrans*. Section transversale de la face inférieure de la feuille ; *ee* : cellule épidermique longuement papilleuse ; *cr, er* : cristaux d'oxalate isolés ou macles ; *st* : stomates enfoncés ; *c. sst.* : chambre sous-stomatique vaste ; *c. se* : cellule sécrétrice.

Fig. 20. — *Popowia pisocarpa*. Épiderme supérieur (en plan) : cristaux isolés et cristaux maclés.

Fig. 21. — *Popowia aberrans*. Poils bicellulés de l'épiderme inférieur ; cellule inférieure toujours plus courte que la cellule supérieure.

n'ayons que des macles. Ainsi *P. pisocarpa* s'isole encore des autres espèces :

1. Cristaux maclés dans les deux épidermes + cristaux isolés dans l'épiderme supérieur..... *P. pisocarpa*
2. Cristaux maclés dans les deux épidermes + cristaux isolés dans l'épiderme inférieur..... *P. aberrans*
   P. diospyrifolia

Source : MNHN, Paris

L'étude des poils souligne encore cette division. Les poils du *P. aberrans* (fig. 21) ont seulement deux cellules, l'inférieure toujours courte et la supérieure presque égale à l'inférieure, ou 3-4 fois plus longue ; même caractère chez *P. diospyrifolia* et aussi chez *P. fornicata* d'Afrique tropicale. Par contre, les poils de l'épiderme supérieur du *P. tomentosa* ont 3-7 cellules et ceux de l'épiderme inférieur 6-7 cellules. Ceux du *P. pisocarpa* ont 3 cellules.

La structure du mésophylle montre aussi deux groupes bien tranchés :

1. 1 assise palissadique. Cellules sécrétrices situées contre cette assise ..... *P. pisocarpa*
   P. tomentosa
2. 2-3 assises palissadiques. Cellules sécrétrices dispersées dans le mésophylle ..... *P. aberrans*
   P. diospyrifolia

Les deux espèces, *P. aberrans* et *P. diospyrifolia*, assez éloignées de l'espèce type du genre, se rapprochent l'une de l'autre par l'anatomie et la morphologie. Cependant un caractère anatomique s'ajoute aux caractères morphologiques qui permettent de les séparer ; dans l'épiderme inférieur du *P. aberrans* des cristaux isolés se localisent surtout le long des nervures, tandis que dans *P. diospyrifolia*, beaucoup plus rares, ils n'ont pas de place spéciale.

L'exemple suivant montre, à nouveau, l'aide efficace qu'apporte l'étude des caractères anatomiques dans la discrimination des genres. La plante nommée *Unona Mesnyi* par PIERRE a été identifiée avec le *Polyalthia aberrans* Maingay ; ensuite, PIERRE l'a placée dans le genre *Popowia*. L'anatomie confirme l'attribution à ce dernier genre et la légitimité de la réduction des deux espèces primitives en une seule : même structure dans les deux cas ; mais dans le *P. Mesnyi* nous avons trouvé des cristaux épidermiques plus gros que dans le *P. aberrans* et occupant parfois presque toute la cellule. Ceci n'est pas un caractère spécifique, mais une petite variation liée sans doute aux échantillons eux-mêmes.

Voici un autre exemple de l'importance des études anatomiques : le *Pheanthus cambodicus* de PIERRE avait été placé par MM. FINET et GAGNEPAIN dans le genre *Popowia*. Les caractères morphologiques nous semblant beaucoup plus proches de ceux des *Desmos* du groupe *D. dubius*, et bien différents de ceux des *Popowia*, nous avons préféré placer le *Pheanthus cambodicus* dans le genre *Desmos*. Or, la structure des épidermes foliaires, du mésophylle, de la nervure médiane, se rapprochant de ceux du *D. dubius* et différant de ceux des *Popowia*, confirme cette façon de voir.

En somme, les caractères anatomiques nous permettent d'établir dans ce genre deux sections, que l'étude morphologique vient confirmer mais d'une façon moins rigoureuse.

Source : MNHN, Paris

Sous-groupe 2 : *Chaîne foliaire complexe.*

MELODORUM

Ce genre assez homogène se définit par un ensemble de caractères que présentent presque toutes les espèces.

1° *L'épiderme supérieur* possède dans toutes les cellules des cristaux maclés en oursins auxquels s'ajoutent en plus ou moins grand nombre des cristaux isolés. C'est en somme la même disposition que dans les *Uvaria* et genres voisins.

Les cristaux restent isolés dans une seule espèce : *M. Oldhami.*

2° L'épiderme inférieur n'a que des cristaux maclés. Toutes ses cellules (saul les cellules stomatiques et annexes) se prolongent en papilles, longues dans la plupart des espèces, courtes chez *M. pallens* et *M. Oldhami.*

3° Les poils sont caractéristiques. Chez 9 espèces existent des poils simples bicellulés, à cellule inférieure toujours très courte et cellule supérieure très étroite à parois minces, 2-3 fois plus longue que l'inférieure chez *M. Balansae*, 5-6 fois chez *M. Poilanei*, 10 fois chez *M. manubriatum*, et jusqu'à 25 fois chez *M. Maclurei.* Ils se montrent longs, souples, soyeux surtout chez *M. villosum*, *M. Maclurei*, *M. lanuginosum.*

4° La chaîne foliaire est plissée dans la plupart des *Melodorum.* Trois cas se présentent :

a : un seul pli interne.....	*M. bicolor* *M. chrysosericeum* *M. Poilanei*
b : 2 plis internes droit et gauche non soudés.....	*M. pallens* *M. villosum*
c : 2 plis internes droit et gauche soudés.....	*M. Maclurei* *M. polyanthoides* *M. Balansae*

Voyons les détails de structure de ces chaînes foliaires.

La chaîne complexe est peu fréquente chez les Anonacées, mais dans le genre *Melodorum*, elle se présente à des stades différents: tous les passages s'observent depuis la chaîne à un seul pli interne jusqu'au système postérieur fermé surmonté d'un arc antérieur, l'ensemble provenant de la soudure de deux plis internes.

Type a : *M. bicolor.* — La chaîne fermée possède un pli interne très profond qui s'enfonce à l'intérieur du système constituant un système médullaire. L'ensemble s'entoure d'une gaine de sclérenchyme (fig. 22). *M. chrysosericeum* montre la même chaîne foliaire.

M. Poilanei. — Le seul pli interne de l'arc postérieur est si profond qu'il

Source : MNHN, Paris

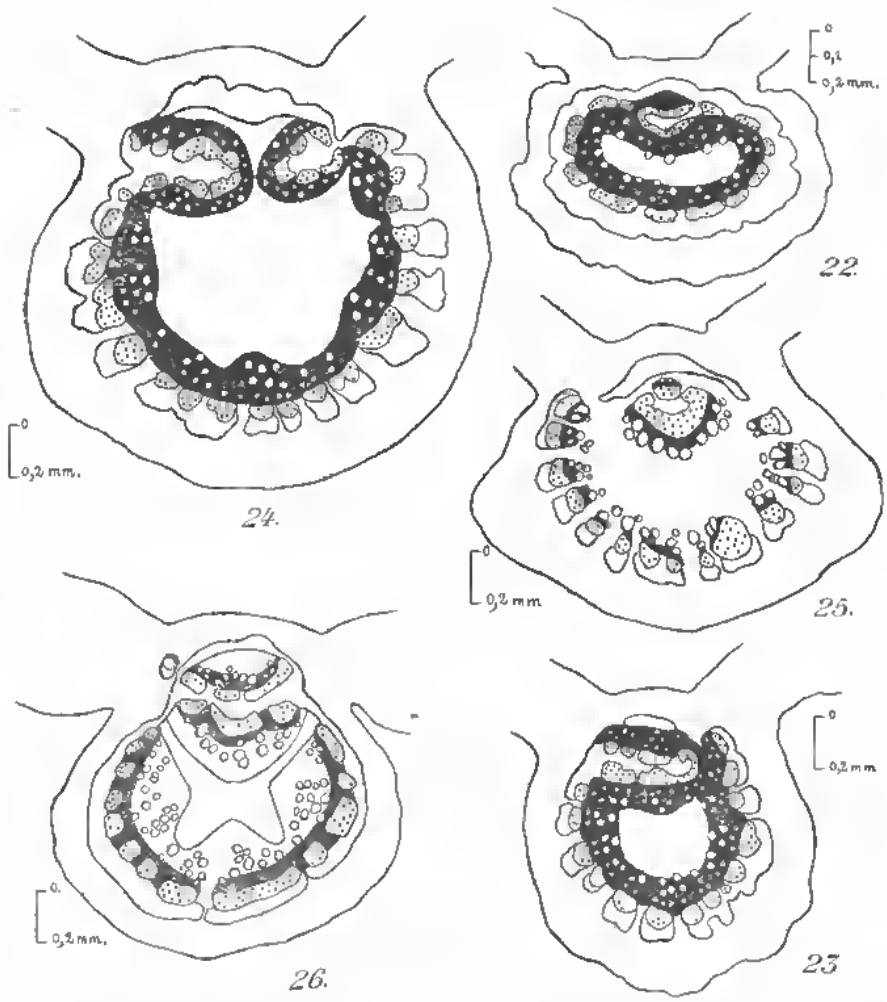


Fig. 22. — *Melodorum bicolor*. Section transversale de la nervure médiane : chaîne foliaire fermée à un pli interne constituant un système médullaire.

Fig. 23. — *Melodorum Poilanei*. Section de la nervure médiane : chaîne foliaire fermée à un pli interne constituant un anneau antérieur.

Fig. 24. — *Melodorum pallens*. Section transversale de la nervure médiane : chaîne foliaire fermée à 2 plis internes.

Fig. 25. — *Melodorum Macluræi*. Section transversale de la nervure médiane : chaîne foliaire à systèmes superposés ; un arc postérieur fermé, un arc à bois tourné vers la partie antérieure de l'organe.

Fig. 26. — *Melodorum polyanthoides*. Section transversale de la nervure médiane. Deux systèmes superposés : un arc postérieur fermé et un arc antérieur.

va d'un pli externe à l'autre pli externe formant un anneau antérieur à liber intérieur et bois extérieur. Ici, l'absence d'un des plis internes et le grand développement de l'autre causent la dissymétrie de la chaîne foliaire (fig.23).

Source : MNHN, Paris

Type b : *M. pallens.* — L'arc postérieur présente deux plis internes profonds arrivant presque en contact mais non soudés (fig. 24).

M. villosum. — Organisation semblable à la précédente, mais à caractère encore plus accentué ; les plis internes très profonds arrivent à peu près en contact.

Type c : *M Maclurei.* — La chaine à systèmes superposés comprend un anneau libéro-ligneux postérieur fermé et un arc à bois tourné vers la partie antérieure de l'organe. Une gaine de sclérenchyme entoure l'ensemble. Cette disposition provient de la soudure complète des deux plis internes (fig. 25).

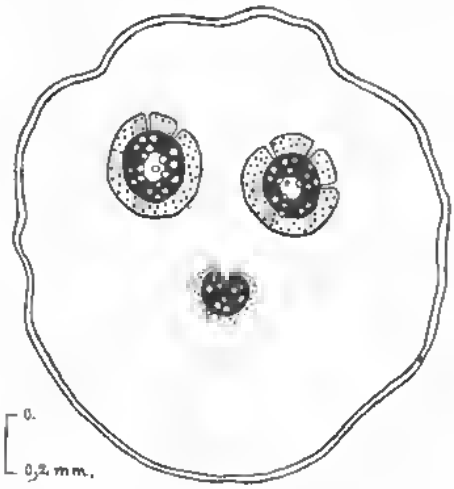


Fig. 27. — *Melodorum manubriatum.* Section transversale du pétiole : trois faisceaux concentriques (bois au centre, liber à la périphérie).

M. polyanthoides (fig. 26) et *M. Balansae* présentent la même disposition. Un cas extrême de ce type est celui du M. *manubriatum* : la chaine fermée semble composée seulement par un systeme postérieur, mais la masse de liber de la partie antérieure de l'anneau contient du sclérenchyme ; le bois a disparu dans l'arc antérieur.

5° Le mésophylle est formé de deux assises palissadiques assez hautes à cellules étroites et d'un tissu lacuneux moins haut que le précédent. Les cellules sécrétrices se situent toujours contre la première palissade et dans le tissu lacuneux. Le sclérenchyme entourant les faisceaux vasculaires se prolonge en piliers étroits jusqu'aux épidermes.

6° La chaine pétiolaire. En général, dans le pétiole, trois faisceaux se disposent en arc. Parfois les deux faisceaux latéraux ont leurs extrémités un peu retournées vers l'intérieur de l'arc, ou bien, comme dans le *M. manubriatum*, chacun des trois faisceaux se referme sur lui-même (faisceau concentrique), formant un disque dont le bois occupe le centre, et un anneau libérien, la périphérie (fig. 27).

Source : MNHN, Paris

Toutes les espèces indochinoises attribuées au genre *Melodorum* appartiennent bien à ce genre d'après les caractères anatomiques ; il n'en est pas de même pour deux Anonacées malaises ; leurs caractères anatomiques et morphologiques permettent de le constater. 1° Il s'agit d'abord de la plante nommée *M. ferrugineum* (Bornéo et Péninsule malaise) placée auparavant dans les *Xylopia*. La structure de l'épiderme supérieur et les productions épidermiques (cristaux et poils) ressemblent à ceux des *Melodorum* ; mais cette plante en diffère par : épiderme inférieur non papilleux, nervure médiane sans chaîne complexe, tissu palissadique à trois assises, mésophylle à grosses et très nombreuses cellules sécrétrices à tous les niveaux, un peu moins abondantes dans le tissu lacuneux, faisceaux conducteurs entourés seulement d'une faible épaisseur de sclérenchyme qui ne se prolonge jamais jusqu'aux épidermes. Il faut donc en faire probablement un *Xylopia*.

2° Le deuxième cas est celui du *Melodorum olivaceum* de la Péninsule malaise dont la nervure médiane a trois faisceaux presque indépendants, et qui possède deux assises palissadiques à cellules presque carrées ; les cellules sécrétrices petites, très peu nombreuses, se localisent au-dessous de l'assise épidermique supérieure ; aucun pilier de sclérenchyme ne prolonge les faisceaux fibro-vasculaires ; de très longues et très étroites fibres, parfois rectilignes, traversent le mésophylle à une hauteur quelconque ; parfois des sclérites rameuses transverses rejoignent les deux épidermes. Ceci n'est pas du tout un caractère de *Melodorum* mais ressemble étrangement au *Cyathocalyx filiformis* : même analogie des caractères morphologiques.

D'après les caractères morphologiques, *M. Schefferi* doit être identifié avec le *Rauwenhoffia siamensis*. L'étude anatomique aboutit à la même conclusion. En effet, l'espèce qui était attribuée au genre *Melodorum* possède des poils étoilés à 2-8 branches formées chacune de deux cellules dont la supérieure est beaucoup plus longue que l'inférieure; d'autre part, l'épiderme inférieur n'a pas de papilles et la nervure médiane comprend un arc simple de faisceaux conducteurs. Or, un *Melodorum* possède des poils simples, un épiderme inférieur papilleux et une chaîne foliaire complexe.

De l'étude de nombreuses espèces du genre *Melodorum*, nous concluons que les caractères génériques principaux sont les suivants : épidermes à petites macles d'oxalate, poils unisériés, bicellulés, épiderme inférieur souvent papilleux, chaîne foliaire complexe. Les espèces étudiées peuvent se répartir entre trois types principaux suivant la complexité de leur chaîne foliaire. Les différences spécifiques portent sur la rareté ou, au contraire, l'abondance des poils, la longueur de la cellule terminale des poils par rapport à la cellule de base, la nature de la chaîne foliaire.

Source : MNHN, Paris

GROSSES MACLES D'OXALATE DANS DES CELLULES CRISTALLIFÈRES SPHÉRIQUES

A. DESMOS

L'étude du genre *Desmos* présente quelques difficultés. Certaines espèces se rapprochent de celles que l'on peut considérer comme typiques du genre (par exemple *D. cochinchinensis*), d'autres, au contraire, à structure très nettement différente, ressemblent, par leurs caractères anatomiques, à des *Polyalthia*.

L'étude morphologique montre combien les 2 genres *Desmos* et *Polyalthia* sont difficiles à distinguer, d'autant plus que le caractère principal sur lequel on se base habituellement, c'est-à-dire le nombre d'ovules contenus dans l'ovaire, n'a peut-être pas une importance aussi grande qu'on le croyait jusqu'à présent. *D. dubius*, par exemple, a une fleur tout à fait semblable à un *P. evecta*, notamment pour la forme, la grandeur, l'épaisseur des pétales, mais a 5-6 ovules comme un *Desmos*.

C'est ce qui a permis à Craib d'écrire dans « Florae Siamensis Enumeratio »: « Recently too much weight, it appears to the writer, has been given to the number of ovules and, as a consequence, the general flower structure has often been too much neglected in the case of allied genera ». Cette remarque est extrêmement juste à notre avis, mais nous reconnaissons qu'il reste un problème important et très délicat à résoudre. Il faut, en effet, conserver le nombre d'ovules comme base de classification, et, alors, nous placerons dans 2 genres différents des plantes ayant même aspect et morphologie florale à peu près identique ; ou bien, nous prendrons comme base de classification les caractères floraux tels que ceux des pétales. Dans ce dernier cas, à notre avis, deux types s'imposent : pour les *Desmos*, le type sera *D. cochinchinensis* ; et nous choisirons comme type de *Polyalthia* le *P. evecta*. Le nombre d'ovules n'interviendra plus dans les caractères différentiels des genres ; il pourra exister des *Polyalthia* à ovules nombreux.

Cette seconde méthode correspond beaucoup mieux aux caractères anatomiques que la première. Nous avons pu établir pour les *Desmos* et les *Polyalthia* 2 types différant surtout par les caractères épidermiques.

Considérons comme type de la structure du genre *Desmos*, celle des espèces suivantes : *D. cochinchinensis*, *D. chinensis*, *D. dinhensis*, *D. velutinus*, *D. dumosus*. Quant aux 3 espèces *D. dubius*, *D. cambodicus*, *D. sessiliflorus*, leur structure, analogue à celle des *Polyalthia*, sera examinée à propos de ce genre.

Caractères épidermiques. a : (*Epiderme supérieur.* Il montre des cellules à parois le plus souvent sinueuses, ou quelquefois rectilignes, et, de place en place, des cellules cristallifères sphériques isolées ou groupées par 2, 3 ou 4 et contenant de grosses macles d'oxalate de calcium. La figure 28 montre ces cellules sur un épiderme supérieur de *D. velutinus* vu en plan.

Source : MNHN, Paris

Dans tous les genres étudiés ci-dessus, ce caractère n'apparaît jamais. Les cristaux étaient répartis dans toutes les cellules épidermiques. Des cellules cristallifères analogues à celles des *Desmos* se retrouvent dans le genre *Oxymitra*. C'est un caractère frappant d'une grande importance et qui permet de distinguer immédiatement, d'une part, les *Desmos* des *Polyalthia* ; d'autre part, les *Oxymitra* des *Goniothalamus*.

b : *Epiderme inférieur.* Les cellules de l'épiderme inférieur se prolongent souvent en papilles, mais, parfois, leur paroi externe paraît simplement un peu convexe : ce ne sont plus alors de véritables papilles. On observe des cris-

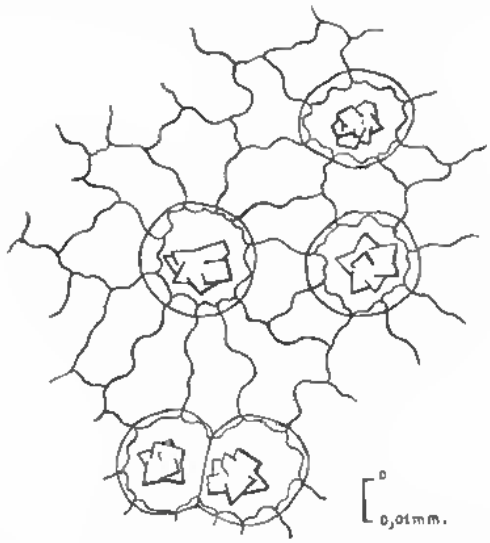


Fig. 28. — *Desmos velutinus*. Épiderme supérieur d'une feuille vu en plan : cellules cristallifères sphériques, isolées ou groupées par deux, et contenant une grosse macle d'oxalate de calcium.

taux maclés mais moins gros que ceux de l'épiderme supérieur, des poils simples, le plus souvent à 2 cellules à lumière large, la cellule inférieure plus courte que la supérieure. Cependant, les espèces à feuilles très velues comme *D. dumosus* et *D. velutinus* ont des poils à 4-5 cellules à paroi épaisse et lumière assez réduite.

Nervure médiane. — Sa structure n'a rien de bien particulier. La chaîne foliaire forme un arc à 3 lobes très marqués et, même, souvent, à l'extrême base de la nervure médiane, l'arc devient discontinu, les faisceaux s'isolant nettement les uns des autres. La figure 29 représente le cas de *D. cochinchinensis* var. *grandifolia* : au sommet on voit un arc continu, au milieu, les 3 faisceaux tendent déjà à se séparer ; ils s'isolent à la base, où, même, un 4e faisceau s'individualise.

Mésophylle. — Une seule assise palissadique, deux dans *D. chinensis*. Les faisceaux, comme à l'ordinaire, s'entourent de sclérenchyme ne se prolon-

Source : MNHN, Paris

geant en piliers que pour les gros faisceaux et n'allant jamais rejoindre les 2 épidermes.

Pétiole. Faisceaux isolés disposés en arc. On peut en trouver 3 au sommet et 5 à la base chez *D. cochinchinensis*, ou bien 6-7 au sommet et 3-4 à la base.

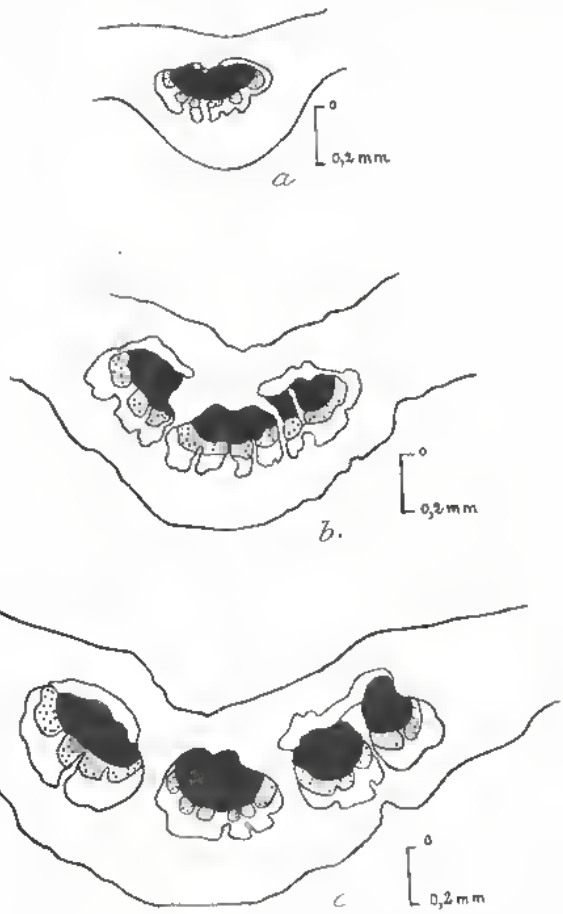


FIG. 29. — *Desmos cochinchinensis* var. *grandiflora*. Section transversale de la nervure médiane ; *a*, au sommet : arc foliaire continu ; *b*, au milieu ; arc foliaire divisé en 3 faisceaux *c*, à la base (1er mériphylle) : les faisceaux de l'arc foliaire s'isolent.

Donc, dans ce genre, un ensemble d'espèces bien homogène présente tous ces caractères fondamentaux. On ne peut, sans hésitation, attribuer au genre *Desmos*, les espèces suivantes : 1° *D. Hahnii* (d'Indochine). Ses caractères sont beaucoup plus proches de ceux des *Uvaria* que de ceux des *Desmos*. En effet, toutes les cellules épidermiques contiennent de petites macles d'oxalate et les poils étoilés ont de 2-7 branches (fig. 30) mais le plus souvent 4. De place en place, les cellules épidermiques se divisent en 2 par une cloison

Source . MNHN, Paris

parallèle à la surface foliaire, ce qui donne un épiderme à 2 assises, comme chez quelques *Uvaria*. L'épiderme inférieur a des cellules à paroi externe absolument rectiligne ; 2° le *Meiogyne virgata* (de Bornéo) ne présente pas la structure typique des *Desmos*, bien que l'on considère *Meiogyne* comme synonyme d'*Unona*, donc de *Desmos*. La structure de cette espèce est identique à celle du genre *Polyalthia*.

Ces deux exemples prouvent, une fois de plus, l'intérêt de l'anatomie au point de vue systématique. Dans les cas cités, elle apporte une solution aux

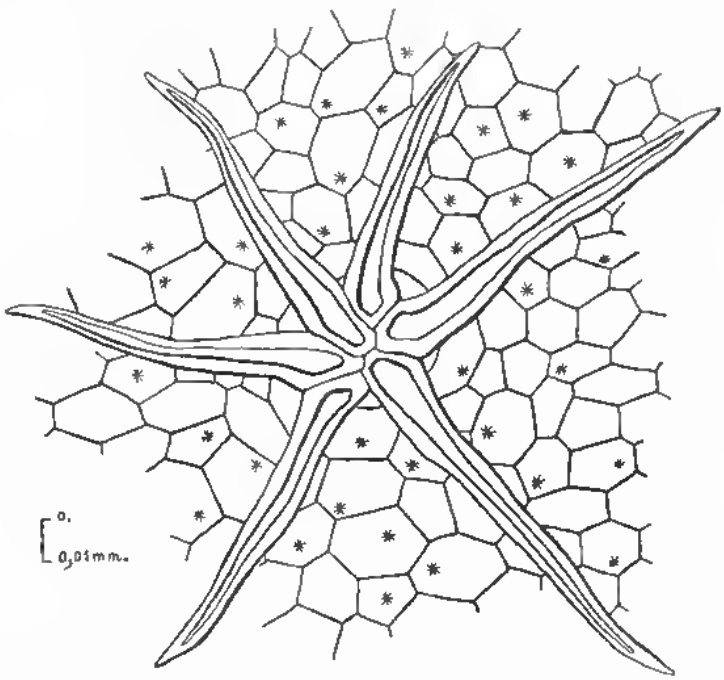


FIG. 30. — *Desmos Hahnii*. Épiderme supérieur en plan : cellules à cloisons rectilignes, petites macles d'oxalate dans toutes les cellules, poil à 6 branches unicellulées.

problèmes difficiles à résoudre par la seule morphologie. Mais il faut bien reconnaître que, dans certains cas, la complexité admise par les systématiciens se trouve confirmée par l'étude anatomique. Si certaines plantes peuvent, avec certitude, être déterminées comme *D. cochinchinensis* ou *D. chinensis*, il en est d'autres dont les caractères sont intermédiaires entre ces deux espèces, de sorte que FINET et GAGNEPAIN purent dire que, très affines, elles avaient même origine. Si, morphologiquement, *D. cochinchinensis* et *D. chinensis* diffèrent peu, surtout à l'état jeune, ils ne diffèrent guère anatomiquement. En effet, nous avons remarqué chez *D. chinensis* 2 assises palissadiques, et une seule chez *D. cochinchinensis*, mais ce caractère ne peut être considéré comme spécifique ; des questions écologiques, d'habitat, doivent intervenir.

Source : MNHN, Paris

La nervure médiane de la 1re espèce présente un arc continu de faisceaux alors que celle de la 2e espèce présente un arc à 3 lobes profonds. Entre *D. cochinchinensis* et sa variété *grandifolia*, seul le nombre de faisceaux du pétiole varie.

Les autres *Desmos* indochinois ne se distinguent guère non plus les uns des autres, si ce n'est par l'abondance des poils sur les épidermes et par la nature de l'épiderme de la face inférieure de la feuille qui est plus ou moins papilleux.

Les *Unona* africains sont-ils très différents des *Desmos* (récemment encore appelés *Unona*) d'Asie ? Nous ne pouvons donner de réponse très précise, car nous n'avons pu étudier que 3 espèces. Cependant, *U. lucidula* (de l'Afrique tropicale) et *U. Dielsiana* (du Cameroun) ont beaucoup d'affinité avec les *Desmos* indochinois. Par contre, l'*U. hirsula* (du Gabon) n'est pas dans ce cas, car il a des poils étoilés à 6-8 branches, les branches étant soudées à la base sur une faible distance ; il ne semble pas y avoir de cristaux épidermiques.

En somme, il faut, dans ce genre, remarquer l'uniformité au point de vue anatomique d'un groupe d'espèces asiatiques. Le fait que l'on retrouve chez les *Oxymitra* quelques-uns des caractères génériques des *Desmos* permet de dire, qu'au point de vue anatomique, les *Oxymitra* et les *Desmos* ont plus d'affinité entre eux que les *Desmos* avec les *Polyalthia*. L'étude des *Polyalthia* montrera que les différences entre ces 2 derniers genres sont profondes.

B. OXYMITRA

Les *Oxymitra* indochinois étant peu nombreux, nous avons étudié également des espèces de la Péninsule malaise, de Bornéo, des Philippines. Nous proposons comme type de structure, celle de l'*O. fornicata*.

Caractères des épidermes foliaires : Les caractères génériques les plus importants se trouvent dans l'épiderme supérieur, formé de cellules assez petites à parois onduleuses, et de cellules cristallifères sphériques de plus grande taille et contenant une grosse macle d'oxalate de calcium. Le bord des cellules épidermiques voisines recouvre en partie les cellules cristallifères, de sorte que, sur un lambeau d'épiderme vu en plan, on aperçoit le cercle représentant la cellule cristallifère, et, dans un plan un peu supérieur, les sinuosités des cellules épidermiques recouvrant les bords du cercle. Souvent, deux ou trois cellules cristallifères se groupent. Ce caractère donne un aspect remarquable à l'épiderme supérieur et produit un assez bel effet. Les figures 31 et 32 représentent une coupe transversale de l'épiderme supérieur de la feuille d'*O. fornicata* et un lambeau de cet épiderme vu en plan. Parmi les Anonacées indochinoises, il n'y a de tels cristaux que chez les *Desmos*.

Les cellules de l'épiderme inférieur se transforment en papilles (cf. *Desmos* et *Popowia*), mais ces papilles ne deviennent jamais aussi longues que dans le *Popowia aberrans*. Les cellules épidermiques inférieures contiennent des macles d'oxalate moins grosses que celles de l'épiderme supérieur,

Source : MNHN, Paris

Les poils sont toujours simples, formés de 2-3 cellules, la supérieure généralement plus longue que les deux inférieures réunies. Ceux de l'épiderme supérieur s'insèrent au fond d'une dépression bordée par les cellules épidermiques (même insertion particulière chez *Popowia aberrans*).

Le *mésophylle* présente deux assises palissadiques assez hautes et un tissu lacuneux peu important. Le rapport $\frac{\text{tissu palissadique}}{\text{tissu lacuneux}}$ qui, ici, égale 11 7 diffère nettement de celui des *Goniothalamus* 3,7), et permet de différencier ces deux genres. D'autre part, il a contribué, comme nous l'avons déjà signalé, à établir l'identité des deux espèces *O. Gabriaciana* et *Goniothalamus saigonensis*.

Toute la description précédente peut s'appliquer aux espèces suivantes : *O. affinis*, *O. fornicata* (d'Indochine), *O. desmoides* (du Siam), *O. latifolia* (de la Péninsule malaise), *O. Korthalsiana* et *O. acuminata* (de Bornéo), *O. glauca*, *O. lagunensis*, *O. Bakeri* (des Philippines). A peine peut-on signaler quelques différences qui ne sont même pas d'ordre spécifique : l'*O. acuminata* a un épiderme inférieur très peu papilleux contre lequel se trouve une assise de cellules basses mais presque palissadiques indiquant une tendance à la symétrie isolatérale ; l'*O. affinis* possède des cristaux dans le parenchyme intérieur et extérieur à l'arc des faisceaux conducteurs de la nervure médiane, alors que l'*O. fornicata* n'en possède que dans le parenchyme intérieur à l'arc. Voilà donc tout un groupe d'espèces où les caractères se répètent avec une uniformité parfaite.

L'*O. calycina* diffère très nettement des précédents : bois et sclérenchyme de la nervure médiane très réduits ; cellules scléreuses formant une masse importante au centre de l'arc de faisceaux ; mésophylle à 2-3 assises palissadiques hautes et bien régulières, et tissu lacuneux réduit ; cellules sécrétrices se trouvant au niveau de la deuxième ou de la troisième palissade ou dans le tissu lacuneux. L'épiderme ne possède pas ces grosses macles localisées dans les cellules spéciales qui caractérisent si bien les *Oxymitra* ; il est formé de cellules à cloisons rectilignes, épaisses, et contient des cristaux isolés prismatiques ou à base losangique (fig. 33). L'épiderme inférieur est à peine papilleux. Remarquons cependant que les poils s'insèrent comme chez les autres *Oxymitra* (fig. 34).

L'affinité très nette des *Oxymitra* et des *Desmos* se marque surtout par les caractères épidermiques déjà mentionnés.

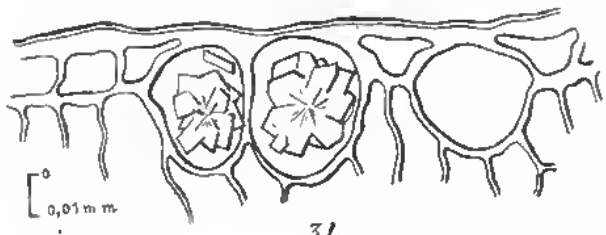
Si la morphologie relie les *Oxymitra* et les *Goniothalamus* (1), l'anatomie les sépare très nettement. On peut résumer ainsi les caractères principaux des deux genres :

Goniothalamus :

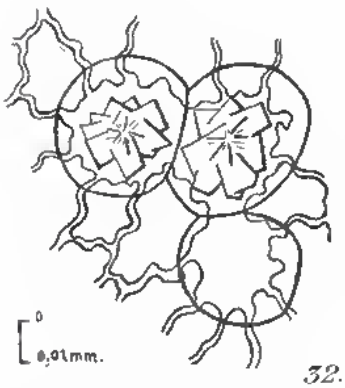
Pas de cellules cristallifères spéciales.

(1) Voir note infrapaginale, p. 148.

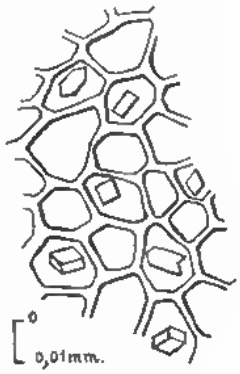
Source : MNHN, Paris



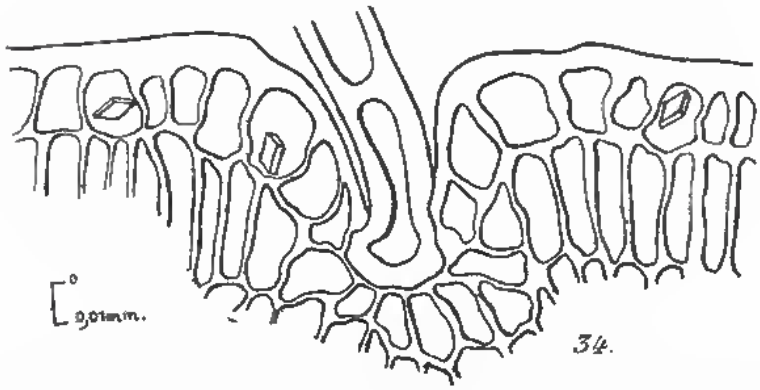
31.



32.



33.



34.

Fig. 31. — *Oxymitra fornicata*. Section transversale de l'epiderme supérieur : les grosses cellules contiennent une macle d'oxalate de calcium occupant presque toute la cavité cellulaire.

Fig. 32. — *Oxymitra fornicata*. Mêmes cellules cristallifères, groupées par 3, vues en plan.

Fig. 33. — *Oxymitra calycina*. Épiderme supérieur (en plan) : cristaux isolés contenus dans les cellules à cloisons rectilignes épaisses.

Fig. 34. — *Oxymitra calycina*. Section transversale de la feuille au niveau de l'épiderme supérieur, montrant la base d'un poil inséré profondément.

Petites macles d'oxalate dans toutes les cellules de l'épiderme supérieur.
Cuticule épaisse.
Poils très courts souvent obtus.

Source . MNHN, Paris

Rapport : $\frac{\text{tissu palissadique}}{\text{tissu lacuneux}} = \frac{3}{7}$

Assises palissadiques contenant de petites macles d'oxalate.

Oxymitra :

Cellules cristallifères dans l'épiderme supérieur.
Grosses macles d'oxalate dans ces cellules.
Cuticule mince.
Poils longs et aigus.

Rapport : $\frac{\text{tissu palissadique}}{\text{tissu lacuneux}} = \frac{11}{7}$

Tissu palissadique sans cristaux.

II. Genres possédant des cristaux épidermiques isolés.

CRISTAUX ISOLÉS DANS TOUTES LES CELLULES ÉPIDERMIQUES

1er GROUPE. — CHAÎNE FOLIAIRE SIMPLE CONTINUE.

A. ANAXAGOREA

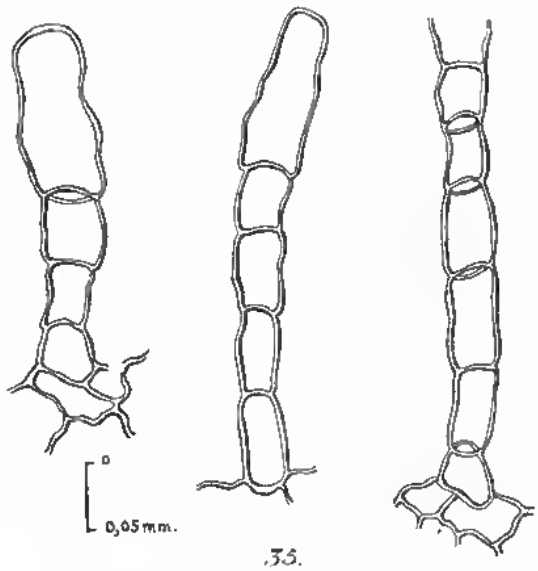
Au point de vue morphologique, les *Anaxagorea* se distinguent très nettement des autres genres d'Anonacées, en particulier par leurs fruits déhiscents. Leurs caractères anatomiques contribuent encore á les singulariser. Nous avons dû, pour bien connaître l'anatomie de ce genre, étudier, outre l'unique espèce indochinoise *A. luzonensis*, des espèces asiatiques et américaines : *A. Scortechinii* (de la Péninsule malaise), *A. javanica* (de Java), *A. acuminata* (de la Guyane).

Les épidermes foliaires. — Les cellules épidermiques d'après BEYER, *l. c.*, contiennent des cristaux maclés. Or, aucune des 4 espèces que nous avons étudiées ne présente ce caractère. L'*Anaxagorea luzonensis* possède dans ses cellules épidermiques des cristaux toujours isolés, en tablettes rhomboédriques, très petits, peu nombreux dans l'épiderme inférieur. En outre, très rarement chez *A. luzonensis*, mais toujours chez *A. acuminata*, *A. javanica*, *A. Scortechinii*, des cristaux maclés se voient dans le mésophylle autour des nervures. Ils sont particulièrement volumineux au-dessus des faisceaux conducteurs dans l'assise palissadique. Lorsqu'on arrache un lambeau d'épiderme et que vient en même temps un peu de tissu sous-jacent, ces cristaux apparaissent bien alignés tout le long de la nervure. C'est peut-être ce qui a fait croire à BEYER que des macles existaient dans les cellules épidermiques. Cette disposition n'est pas tout à fait exceptionnelle chez les Anonacées : elle se retrouve chez les *Cananga*. C'est cependant un bon caractère générique.

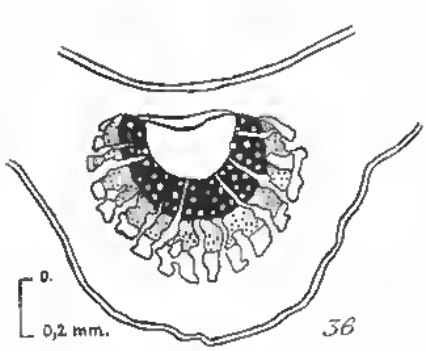
Autre caractère encore plus frappant : la forme des poils. D'ordinaire, on

Source : MNHN, Paris

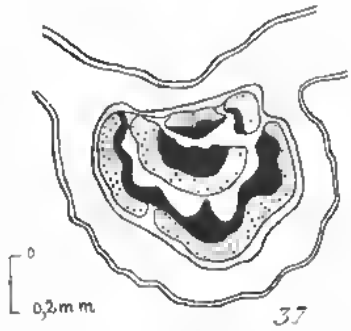
trouve chez les Anonacées des poils simples uni- ou pluricellulés, à cellule terminale toujours aciculaire. Chez les quatre *Anaxagorea* cités, l'épiderme inférieur présente des poils formés d'une sorte de pied ayant généralement 3 ou 4 cellules, rarement 5 ou 6, surmonté d'une cellule 2 ou 3 fois plus longue que



35.



36



37

Fig. 35. — *Anaxagorea luzonensis*. Poils de l'épiderme inférieur : le pied formé de 3 à 6 cellules, se termine par une cellule plus longue et plus large que les autres et très obtuse au sommet.

Fig. 36. — *Anaxagorea luzonensis*. Section transversale de la nervure médiane : arc simple de faisceaux.

Fig. 37. — *Anaxagorea acuminata*. Section transversale de la nervure médiane : la chaîne foliaire complexe se compose d'un arc postérieur ouvert et d'un système médullaire fermé.

les cellules du pied, plus renflée, très obtuse au sommet. Cette cellule a souvent un contenu brun foncé, ce qui fait penser que le poil serait sécréteur ; cependant nous ne voyons pas de canal amenant la sécrétion à la cellule terminale. Ces poils en massue (fig. 35) n'ont jamais été signalés chez aucune Anonacée,

Source : MNHN, Paris

et nous n'en avons jamais trouvé ailleurs que chez les *Anaxagorea* où leur présence paraît constante.

La nervure médiane. — Au lieu d'avoir un arc ininterrompu de faisceaux, elle possède un arc dans lequel les faisceaux de bois se touchent, mais où le liber et le sclérenchyme d'un faisceau sont séparés du liber et du sclérenchyme du faisceau voisin par des cellules parenchymateuses (fig. 36). Comme dans les autres Anonacées, l'arc est fermé par une bande de sclérenchyme. Chez l'*A. Scortechinii* il a 3 lobes profonds qui, à la base de la nervure médiane, deviennent presque indépendants les uns des autres. Dans l'*A. acuminata*, dont l'aspect diffère de celui de nos espèces asiatiques, la structure, encore plus originale, montre 2 arcs emboîtés l'un dans l'autre, l'ensemble étant complètement entouré par la bande de sclérenchyme (fig. 37). Cette disposition correspond en réalité à un arc postérieur ouvert auquel s'ajoute un système médullaire fermé. La chaîne foliaire diffère donc notablement d'une espèce à l'autre.

Le parenchyme de la nervure médiane possède des cristaux maclés parfois gros et nombreux, parfois très peu abondants comme chez *A. luzonensis*, des cellules sécrétrices rares (absentes quelquefois), des cellules scléreuses peu nombreuses (mais abondantes dans quelques *A. acuminata* où elles suivent l'épiderme inférieur presque sans interruption).

Le mésophylle. — Structure bien différente de celle des autres genres. Au-dessous de l'épiderme supérieur, une assise de cellules moins hautes que les cellules épidermiques contient de gros chloroplastes. Elle correspond à une assise palissadique très basse et se prolonge jusqu'au-dessous de l'épiderme supérieur de la nervure médiane, mais là, les cellules bourrées de grains de chlorophylle sont moins régulières.

Puis vient un tissu à cellules rectangulaires, serrées les unes contre les autres, à lacunes rares. Contenus dans ce tissu, les faisceaux conducteurs libéro-ligneux ne s'entourent pas complètement de sclérenchyme. Il y a seulement aux 2 extrémités du faisceau quelques cellules scléreuses, mais jamais de piliers sclérenchymateux rejoignant les épidermes et soutenant le limbe. Parfois même le sclérenchyme disparaît au-dessus du faisceau. Les cellules entourant les faisceaux renferment des macles d'oxalate. Les cellules sécrétrices se localisent contre l'assise chlorophyllienne et, en moins grand nombre, contre l'épiderme inférieur.

Le pétiole a 3 faisceaux du sommet à la base, cas assez rare chez les Anonacées. Parfois un 4e faisceau existe, mais très petit. *A. luzonensis* présente des macles seulement autour des faisceaux, des cellules scléreuses très peu nombreuses, le plus souvent isolées, rarement réunies par 2 ou 3, des cellules sécrétrices très rares.

Le genre *Anaxagorea* possède donc les caractères généraux de la famille des Anonacées, mais la structure des épidermes foliaires du limbe, de la nervure médiane, du pétiole, le distingue profondément des autres genres. La forme particulière de ses poils paraît le caractère le plus original.

Source : MNHN, Paris

B. MILIUSA ET SACCOPETALUM

Nous étudierons les *Miliusa* proprement dits et les *Saccopetalum* que nous considérons comme formant une section des *Miliusa*, et non un genre particulier.

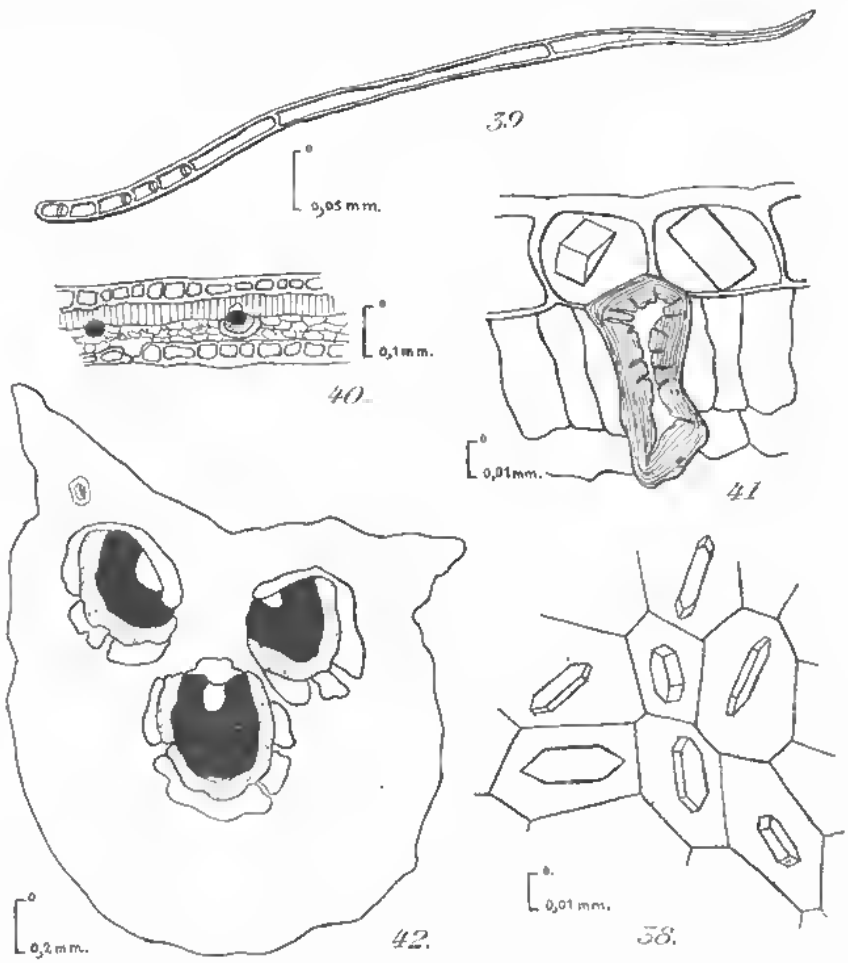


Fig. 38. — *Miliusa velutina*. Épiderme supérieur (en plan) : tablettes d'oxalate de calcium contenues dans les grandes cellules épidermiques à parois rectilignes.

Fig. 39. — *Miliusa velutina*. Poil de l'épiderme supérieur composé de 8 cellules, les inférieures courtes, les supérieures beaucoup plus longues.

Fig. 40. — *Miliusa indica*. Section transversale du limbe foliaire.

Fig. 41. — *Miliusa sinensis*. Cellule scléreuse dans le tissu palissadique du limbe foliaire.

Fig. 42. — *Miliusa campanulata*. Section transversale au sommet du pétiole : 3 faisceaux fibro-vasculaires.

Caractères épidermiques. L'épiderme supérieur des feuilles est formé de grandes cellules. Chacune d'elles contient un gros cristal d'oxalate occupant

Source : MNHN, Paris

presque toute la cavité ; chez *M. velutina* l'oxalate se présente en tablettes plus ou moins épaisses (fig. 38). L'épiderme inférieur possède généralement des cristaux isolés, mais beaucoup plus longs et plus étroits que les précédents. Toutefois, il y a autour de ce type quelques variantes. Ainsi, l'épiderme inférieur de *M. fusca* est sans cristaux ; l'épiderme supérieur de *M. mollis* n'en possède que de très petits, les deux épidermes de *M. velutina* montrent des cristaux très allongés. Malgré cela, la présence de cristaux isolés dans toutes les cellules épidermiques supérieures et inférieures caractérise les *Miliusa*, car, sur 12 espèces étudiées, une seule présente de petites macles d'oxalate (*M. Balansae*).

Les feuilles, glabres chez quelques espèces, sont, chez les autres, velues, soit sur la seule face inférieure, soit sur les deux faces ; les poils toujours simples, ont de 3-8 cellules suivant les espèces, ou, dans la même espèce, suivant que l'on considère les poils du limbe ou ceux des nervures. Les cellules de base sont toujours courtes et les deux supérieures beaucoup plus longues (fig. 39).

La nervure médiane n'a rien de très spécial. Les faisceaux se disposent en arc simple sans lobes bien apparents ; quelques espèces font exception : *M. fusca* présente trois lobes assez profonds, *M. velutina* en a 4, *M. Balansae* possède des faisceaux presque indépendants les uns des autres et disposés suivant un arc.

Le limbe peut être très mince, du type *M. indica* (fig. 40). Il comprend alors un épiderme à petites cellules, sus-jacent à une assise palissadique à peine plus haute que lui ; puis viennent seulement 3 assises de cellules assez aplaties, ne laissant entre elles que des lacunes réduites ; enfin, un épiderme inférieur qui, par la taille de ses cellules, ressemble à l'épiderme supérieur. Dans l'épaisseur du mésophylle se répartissent les faisceaux libéro-ligneux entourés de sclérenchyme. Chez les plus gros seulement, les piliers de sclérenchyme se constituent et atteignent presque les épidermes. Les cellules sécrétrices se trouvent généralement contre l'assise palissadique.

Chez les autres espèces, à mésophylle plus épais, se remarquent une assise palissadique plus haute et un plus grand nombre d'assises lacuneuses, les autres caractères restant les mêmes. *M. velutina* fait exception : son épiderme supérieur se dédouble au-dessus des faisceaux et le tissu palissadique a 2 assises de cellules.

M. sinensis est remarquable par son limbe plus fortement soutenu : immédiatement sous l'épiderme supérieur, perpendiculairement à lui, se trouvent des cellules scléreuses isolées (fig. 41) ou réunies par 2 ou 3, et à parois très épaisses. La présence de ces éléments de soutien donne à l'épiderme vu en plan un aspect particulier car, de place en place, on les aperçoit sous les cellules épidermiques.

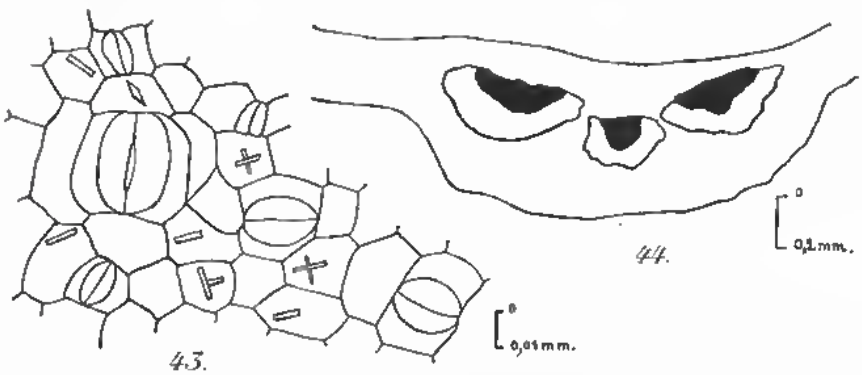
M. Thorelii montre aussi des éléments de soutien : longues fibres courant entre l'assise palissadique et l'épiderme supérieur.

Le pétiole possède, dans presque tous les cas, 3 faisceaux du sommet à la base, toujours disposés suivant un arc et entourés de sclérenchyme seulement

Source : MNHN, Paris

tout à fait au sommet du pétiole (fig. 42). Cependant, *M. velutina* présente 10 faisceaux tout le long du pétiole, disposés suivant un arc ouvert, et de taille décroissante du milieu aux bords de l'arc ; cette disposition des faisceaux du pétiole rappelle beaucoup celle des *Cananga*. Chez *M. Bailloni*, on compte seulement au sommet trois faisceaux, le médian très petit et les deux latéraux très longs ; à la base du pétiole, les 8 faisceaux très petits sont plus ou moins indépendants les uns des autres. Enfin, chez *M. Roxburghiana* il y a, dès le sommet, 5-6 faisceaux. Le nombre de faisceaux du pétiole varie donc à l'intérieur d'un même genre.

Nous considérons les *Saccopetalum* comme des *Miliusa* au point de vue morphologique, mais l'anatomie permet-elle une conclusion semblable ?



Saccopetalum arboreum, Fig. 43. — Épiderme inférieur (en plan) d'une feuille jeune.
Fig. 44. — Section transversale de la nervure médiane d'une feuille jeune : les 3 faisceaux vasculaires, isolés, ne sont pas entourés de sclérenchyme.

Les épidermes des *S. longipes* et *Horsfeldii* contiennent de gros cristaux isolés d'oxalate de calcium, tout à fait semblables pour la taille et la forme à ceux des *Miliusa*. Autres caractères : poils simples, formés d'une rangée de 3-7 cellules pour les poils de l'épiderme inférieur, mais n'ayant qu'une ou 2 cellules pour ceux de l'épiderme supérieur ; chaîne foliaire à un arc simple ; limbe sans structure particulière ; mais, contrairement à celui des *Miliusa*, le tissu palissadique est formé de 2 assises. C'est la seule différence profonde entre l'anatomie de ces deux *Saccopetalum* et celle des *Miliusa*.

Accordons une attention toute particulière au *Saccopetalum arboreum*. L'étude n'a pu être faite que sur une feuille jeune qui présentait : cellules épidermiques petites, cristaux isolés très étroits, stomates de tailles différentes (fig. 43), nervure médiane à trois faisceaux indépendants et non entourés de sclérenchyme (fig. 44). C'est la seule espèce, parmi les Anonacées, où manque la gaine de sclérenchyme, d'où défaut de fermeté un peu compensé cependant par l'existence de cellules scléreuses dans le parenchyme de la nervure médiane extérieure au liber. Certes, nous avons là une feuille jeune dans laquelle le tissu de soutien peut être insuffisamment développé, mais

Source : MNHN, Paris

ce tissu est présent dans les jeunes feuilles des autres *Saccopetalum*. Le sclérenchyme manque aussi autour des faisceaux des nervures secondaires et des veinules du *S. arboreum* comme il manque dans sa nervure médiane. Le mésophylle a la même structure que celui des autres *Saccopetalum*, mais le tissu lacuneux se développe davantage.

En conclusion, le genre *Miliusa* est, dans son ensemble, assez homogène, sans grande particularité, à part les épidermes. Cependant, deux espèces se distinguent nettement des autres : *a*) *M. velutina* par la structure du limbe et la disposition des faisceaux pétiolaires ; *b*) *M. Balansae* par les cristaux. Les autres caractères : épaisseur du mésophylle, importance plus ou moins grande des tissus de soutien, ne dépendent que de l'espèce ou même de l'échantillon étudié, cette variation étant, peut-être, due au milieu (races locales ?).

D'autre part, il semble qu'on puisse considérer les *Saccopetalum* comme une section des *Miliusa*, tout en faisant quelques réserves relatives au *Saccopetalum arboreum* ; ce dernier présente en effet plus de différences avec les deux autres *Saccopetalum* étudiés, que ceux-ci avec les *Miliusa*.

C. OROPHEA

Sur les 6 espèces étudiées, 5 ont des épidermes à grandes cellules contenant de beaux cristaux d'oxalate isolés. Seul *O. hirsuta* ne possède pas de cristaux, mais ses cellules épidermiques et ses stomates ressemblent tout à fait à ceux des autres espèces. Les poils des *O. Desmos* et *O. cuneifolia* sont simples, à 4-6 cellules ; chez *O. hirsuta* coexistent des poils à 7-8 cellules et de plus courts à 2-3 cellules seulement. Autres caractères : faisceaux de la nervure médiane, disposés suivant un arc simple, mésophylle composé d'une seule assise palissadique assez basse, parfois même à peine aussi haute que l'épiderme supérieur et de plusieurs assises de tissu lacuneux ; gaine de sclérenchyme mince entourant les faisceaux peu développés ; pétiole à 3 faisceaux au sommet ; 4 ou 5 vers la base.

Signalons quelques différences : chez *O. cuneiformis* les cellules de l'épiderme supérieur ont leur paroi interne concave du côté du mésophylle. *O. Desmos* possède dans le tissu lacuneux des macles d'oxalate. Ce ne sont que des différences spécifiques.

Par la forme et la disposition des pétales intérieurs, les genres *Orophea* et *Miltrephora* se ressemblent beaucoup, mais ils diffèrent par le nombre des étamines et par le connectif. Leur structure anatomique les sépare également sauf en ce qui concerne la forme (et non la place) des cristaux épidermiques. Les *Orophea* constituent un genre d'une remarquable uniformité.

2e groupe. — CHAÎNE FOLIAIRE SIMPLE DISCONTINUE, OU CHAÎNE COMPLEXE.

A. SAGEREA

A l'étude anatomique de l'unique *Sagerea* indochinois, *S. elliptica*, a été jointe celle de quelques autres espèces : *S. glabra*, *S. laurina*, *S. Thwaitesii*

Source : MNHN, Paris

(échantillons des Philippines, des Indes orientales, de la Péninsule malaise).

Caractère le plus important : présence de cristaux isolés clinorhombiques dans les deux épidermes foliaires. Leur répartition chez *S. Thwaitesii* semble intéressante : l'épiderme supérieur montre des plages de cellules sans cristaux et des plages de 5 à 10 cellules dont chacune possède un cristal. Les cellules de l'épiderme inférieur contiennent des cristaux petits et peu abondants, mais, au-dessous des nervures ou des veinules, elles ont, à peu près toutes, de gros cristaux occupant la plus grande partie de la cellule. Ceci rappelle le cas des *Ephedranthus* (*E. parviflorus*), *Alphonsea* et *Miltrephora* signalé par Beyer. Cette répartition des cristaux dans l'épiderme supérieur se retrouve chez le *S. elliptica*, mais beaucoup moins nettement : l'épiderme inférieur possède peu de cristaux, et ceux-ci ne semblent pas avoir une place particulière.

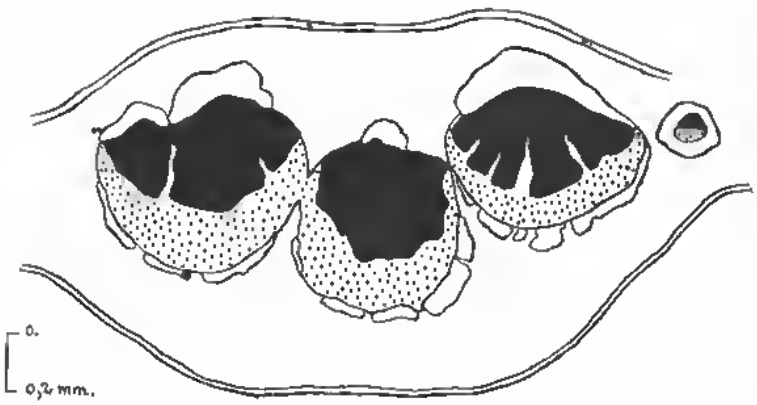


Fig. 45. — *Sageraea Thwaitesii*. Section transversale de la nervure médiane. Comparer la disposition des faisceaux conducteurs le long de l'arc, à celle des faisceaux chez *Cananga latifolia* (fig. 74).

Dans l'épiderme inférieur du *S. glabra*, ces cristaux clinorhombiques présentent l'aspect de plaquettes carrées ou courtement rectangulaires ; par contre, ceux de l'épiderme supérieur sont très étroits et très longs.

Second caractère important : disposition des faisceaux libéro-ligneux dans la nervure médiane (cas à peu près semblable à celui des *Cananga*). En effet, chez *Sageraea elliptica* et *S. Thwaitesii*, l'arc montre 2 ou 3 lobes très profonds comme si des arcs fusionnaient par leur sommet (fig. 45) : disposition analogue à celle de *Cananga latifolia*. Les *Sageraea glabra* et *S. laurina* possèdent plusieurs arcs indépendants, 3 pour *S. glabra*, 4 principaux séparés par quelques-uns plus petits pour *S. laurina* : disposition analogue à celle de *Cananga odorata*. Donc, ce que Guillard (1868) appelait la « singulière composition de la nervure dorsale dans le *Cananga odorata* » se retrouve chez les *Sageraea*.

Autour de la chaîne foliaire existe dans tous les cas, un parenchyme à cristaux maclés en oursins, des cellules sécrétrices généralement plus nom-

Source : MNHN, Paris

breuses, et, tout près des épidermes, des masses plus ou moins importantes de cellules scléreuses.

Etudions succinctement la structure du limbe, en particulier chez *S. elliptica*. Les épidermes ont toujours une seule assise de cellules, assez basses, surtout celles de l'épiderme inférieur. Des deux assises palissadiques, la deuxième est plus basse que la première. Les cellules sécrétrices situées au-dessous de la première assise de palissades, descendent parfois vers le milieu ou la base de la lacune. Les faisceaux conducteurs s'entourent de fibres mécaniques arrivant près des épidermes en piliers étroits au sommet, plus larges à la base, c'est-à-dire vers le faisceau. Des fibres nombreuses et très ramifiées courent sous les épidermes et apparaissent en coupe transversale comme de petits paquets de sclérenchyme situés immédiatement sous l'épiderme ; de plus, quelques fibres traversent tout le mésophylle : toutes dispositions qui accroissent encore la résistance de la feuille.

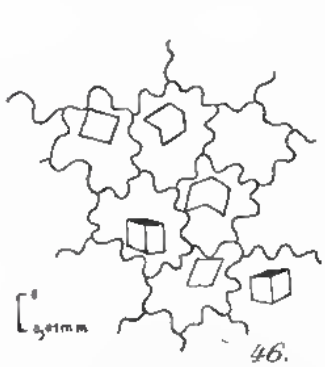
Rien d'important à signaler pour le pétiole dont la structure est la même que pour les *Uvaria*.

De cette étude du genre *Sagerea*, il ressort que le système de cristallisation de l'oxalate localisé dans les épidermes foliaires reste constant dans le genre ; par contre, la répartition des cristaux peut en caractériser les espèces. La disposition des faisceaux libéro-ligneux est très analogue à celle du genre *Cananga* ; le limbe est fortement soutenu par de nombreuses fibres de sclérenchyme.

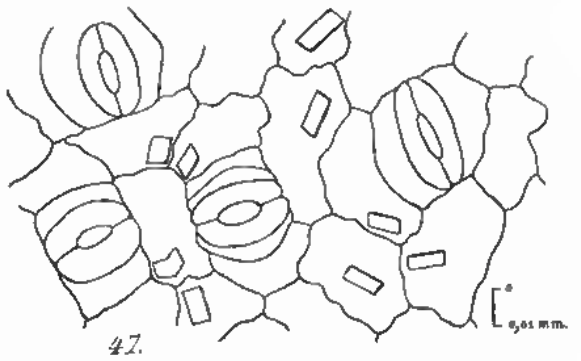
B. POLYALTHIA

Le tableau suivant présente les caractères qui peuvent servir à distinguer 3 types de structure dans les *Polyalthia* :

Cristaux épidermiques :	isolés	chaîne foliaire complexe.....	1er type
		chaîne foliaire simple.....	2e type
	maclés	Cellules oléifères dans l'épiderme inférieur.....	3e type



46.



47.

Polyalthia evecta var. *intermedia*. Fig. 46. — Épiderme supérieur en plan : cellules à cloisons sinueuses, gros cristaux isolés d'oxalate de calcium.

Fig. 47. — Cristaux isolés dans les cellules de l'épiderme inférieur.

Source : MNHN, Paris

Premier type : Cristaux épidermiques isolés, chaîne foliaire complexe. Exemple : structure du *P. evecta* var. *intermedia*. L'épiderme supérieur est

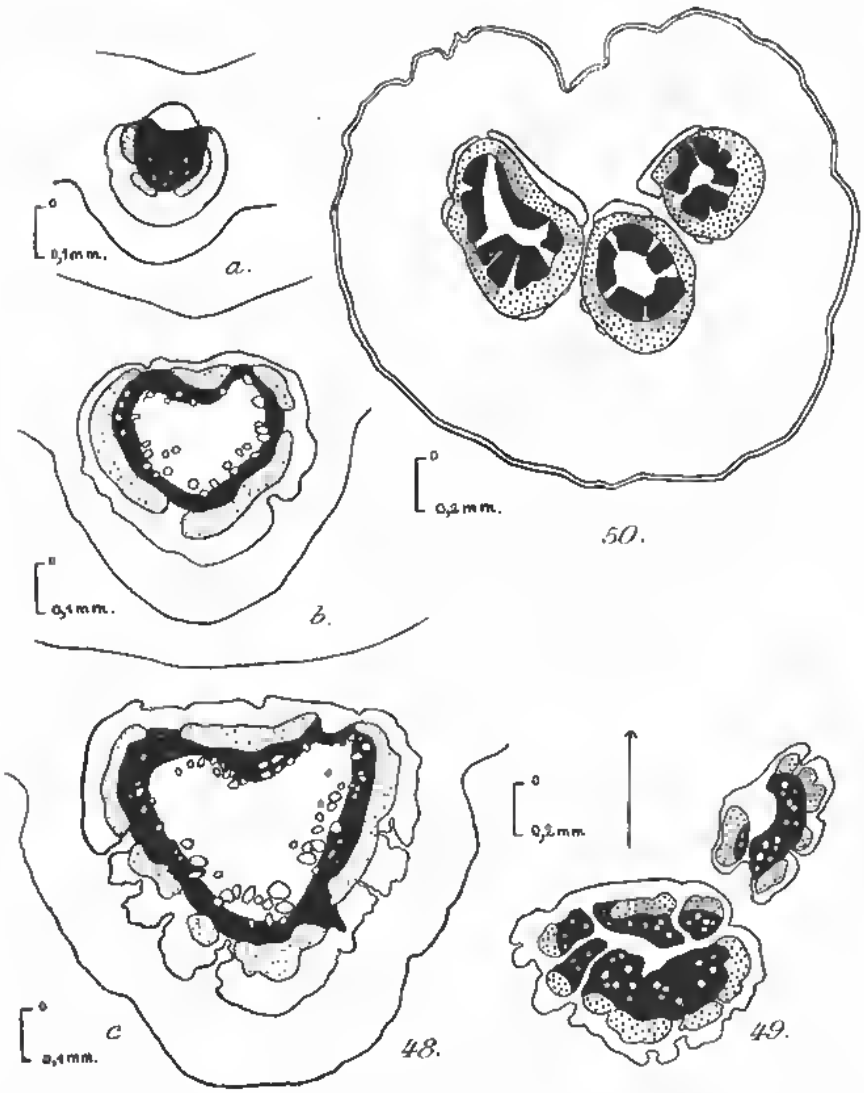


Fig. 48. — *Polyalthia evecta*, var. *intermedia*. Chaîne foliaire de la nervure médiane : section au sommet (*a*), au milieu (*b*), à la base (*c*) ; (*b*) et (*c*) possèdent un arc antérieur et un arc postérieur, (*a*) n'a plus d'arc antérieur.

Fig. 49. — *Polyalthia evecta* var. *intermedia*. Les deux faisceaux fibro-vasculaires du pétiole.

Fig. 50. — *Polyalthia evecta* var. *baochianensis*. Section transversale au sommet du pétiole : trois faisceaux complètement fermés.

constitué par des cellules sinueuses contenant chacune un gros cristal d'oxalate isolé (fig. 46). L'épiderme inférieur qui n'a jamais de cellules papilleuses

Source : MNHN, Paris

possède les mêmes cristaux (fig. 47), et des stomates relativement gros ; les poils ont 4-6 cellules. La chaîne foliaire apparaît au sommet de la nervure médiane comme un arc simple fermé par du sclérenchyme, tandis qu'au milieu et à la base, elle comprend un arc postérieur et un arc antérieur ; un anneau de sclérenchyme entoure complètement l'ensemble (fig. 48).

La structure de la nervure médiane se continue dans le pétiole. Chacun des 2 faisceaux fibro-vasculaires possède un arc antérieur et un arc postérieur. Mais, alors que, dans la nervure médiane, les bois des deux arcs étaient face à face, dans le pétiole, ils sont séparés par du sclérenchyme (fig. 49) (1).

Le mésophylle contient une seule assise palissadique. Le sclérenchyme qui

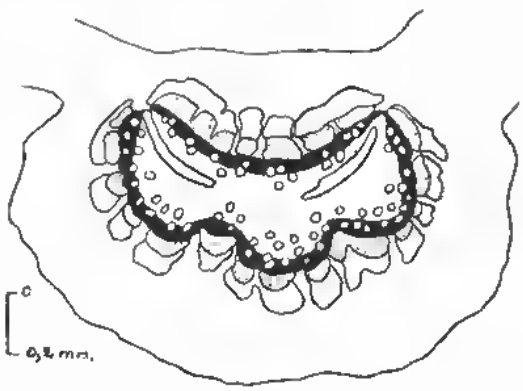


Fig. 51. — *Desmos dubius*. Section transversale à la base de la nervure médiane.

entoure les faisceaux conducteurs se prolonge en piliers courts n'atteignant pas les épidermes.

Mêmes caractères chez les autres *Polyalthia* indochinois : *P. evecla* var. *baochianensis* et var. *allopeuensis*, *P. corticosa*, *P. debilis*, *P. suberosa*, *P. minima*, et les non-indochinois suivants : *P. consanguinea*, *P. Beccarii*, *P. borneensis* *P. dolichophylla* ; cependant, dans le pétiole du *P. evecla* var. *baochianensis*, les 3 faisceaux se ferment complètement (fig. 50). D'autre part, nous avons déjà signalé au cours de l'étude du genre *Desmos* que trois espèces de ce genre ont une structure de *Polyalthia*. Ce sont : *D. sessiliflorus*, *D. cambodicus*, *D. dubius*. La figure 51 permet la comparaison du *D. dubius* avec le *Polyalthia evecla* et montre leur similitude anatomique.

Les différences entre toutes les espèces citées et le *P. evecla* pris comme exemple sont d'ordre tout à fait secondaire ; elles ne résident que dans le nombre des assises palissadiques ou dans celui des faisceaux du pétiole qui passe de 2-3 au sommet, à 3-6 à la base. Les caractères fondamentaux restent les mêmes.

(1) Une disposition à peu près identique des faisceaux conducteurs depuis la base du pétiole jusqu'à la base du limbe se retrouve chez *Acer carpinifolium* (Watari, 1936, p. 12 et fig. 5).

Source : MNHN, Paris

Voici quelques caractères particuliers au *P. dolichophylla* (des Philippines): grande taille de ses feuilles, diamètre de la nervure médiane qui atteint vers la base 3,5 mm., chaîne foliaire possédant un arc antérieur et un arc postérieur parfaitement établis. Au milieu du liber tendre de l'arc antérieur une bande discontinue de liber dur rappelle la disposition du liber de la tige (fig. 52). Le pétiole, au lieu d'avoir 3 faisceaux de taille à peu près semblable, comme dans la plupart des *Polyalthia* du premier type, possède au sommet un anneau fermé de faisceaux indépendants au-dessous duquel se trouve un petit faisceau médian (fig. 53) ; à la base, l'anneau se divise, les faisceaux com-

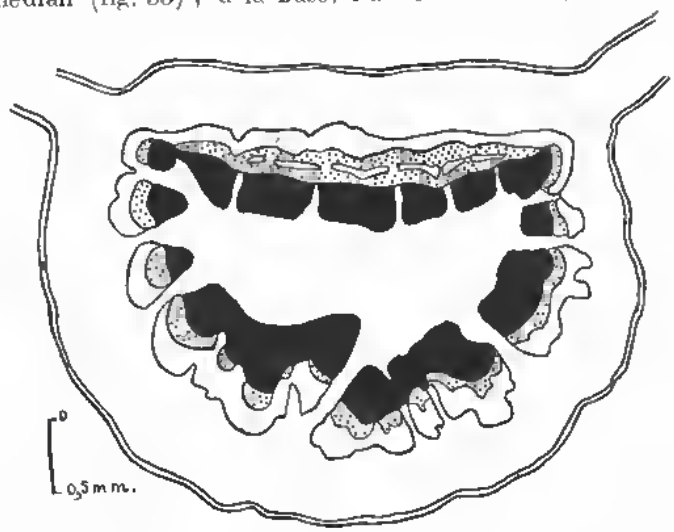


FIG. 52. — *Polyalthia dolichophylla.* Chaîne foliaire (section transversale à la base de la nervure médiane).

mencent à s'unir, tendant à donner seulement deux faisceaux fermés ; le petit faisceau médian persiste (fig. 54). Signalons aussi la présence, sur l'épiderme inférieur, de stomates un peu surélevés par rapport aux cellules épidermiques et entourés de cellules très petites passant rapidement aux grosses cellules épidermiques (fig. 55). Ces caractères, simples particularités spécifiques, rendent le *P. dolichophylla* un peu original et se superposent seulement aux caractères génériques des *Polyalthia*.

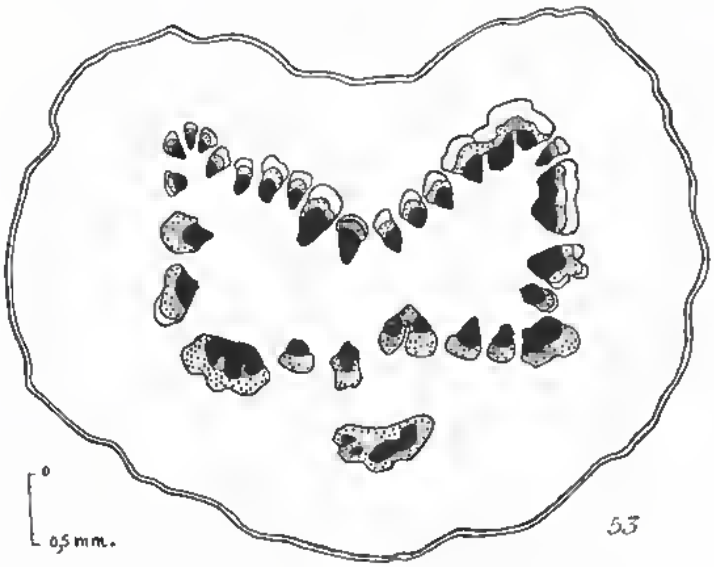
P. minima se signale par la présence de sclérites qui traversent tout le mésophylle perpendiculairement à la surface de la feuille.

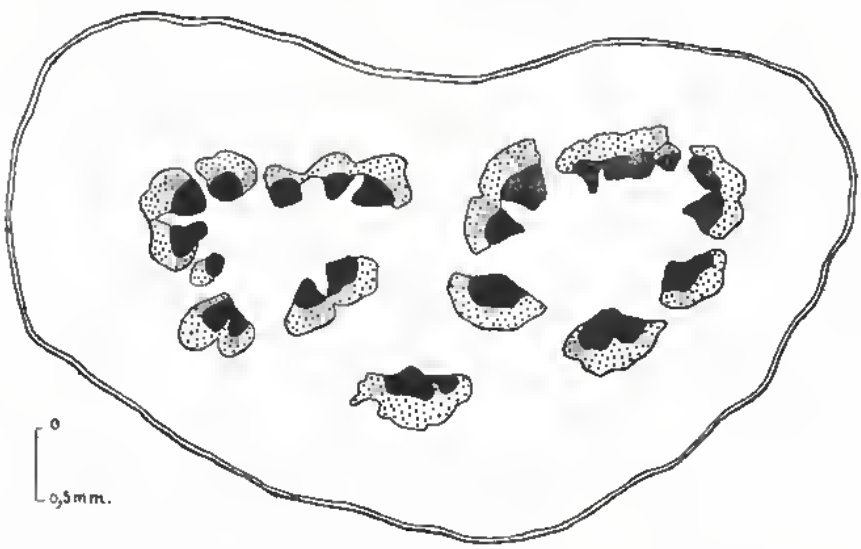
Deuxième type : Cristaux épidermiques isolés, chaîne foliaire simple. Forme des cristaux épidermiques tout à fait comparable à celle des *Polyalthia* du premier type. Mésophylle et pétiole à structure identique à celle du *P. evecta*. Cependant, la nervure médiane présente une chaîne très simple formée d'un arc postérieur continu, parfois à 3 lobes plus ou moins indiqués comme chez *P. simiarum* ou *P. jucunda* (fig. 56) rappelant ainsi les *Cananga*.

Appartiennent à ce type les espèces indochinoises suivantes : *P. luensis*,

Source : MNHN, Paris

P. cerasoides, *P. nemoralis*, *P. tristis*, *P. Harmandii*, *P. Jenkinsii*, et celles des régions voisines : *P. Forbesii*, *P. longifolia*, *P. pannosa*, *P. Beccarii*, *P. cof-*





Polyalthia dolichophylla. Fig. 53. — Section transversale au sommet du pétiole : un anneau de faisceaux indépendants.

Fig. 54. — Section transversale à la base du pétiole : 2 anneaux de faisceaux et un faisceau médian.

feoides, et le *Desmos hainanensis*. D'autres *Polyalthia* ont une structure à peu près identique : *P. flava*, *P. jucunda*, *P. simiarum*, *P. Thorelii*, *P. Hancei*, *P. Rhumphii*, mais ils possèdent deux assises palissadiques, *P. tristis* en a

Source : MNHN, Paris

même trois. Ce dernier, quoique semblant au point de vue morphologique un véritable *Polyalthia*, ne présente pas de cristaux épidermiques.

Chez *P. Thorelii*, *P. simiarum*, *P. jucunda*, les piliers de sclérenchyme soutenant le limbe se prolongent jusqu'aux épidermes et n'ont qu'une ou deux rangées de cellules.

Une étude détaillée de *P. nemoralis* montre, d'une part, la présence de sclérites qui courent sous l'épiderme supérieur et apparaisent sur une coupe

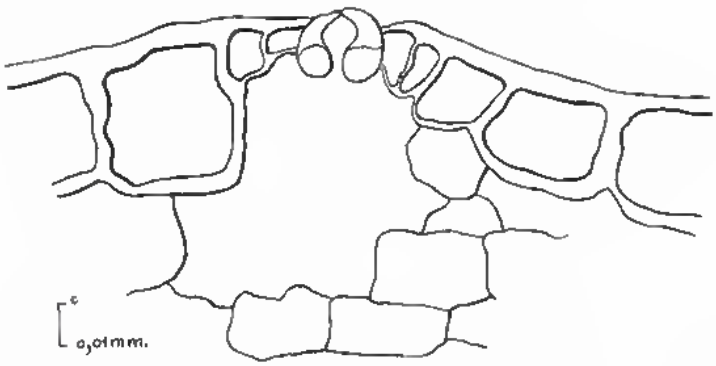
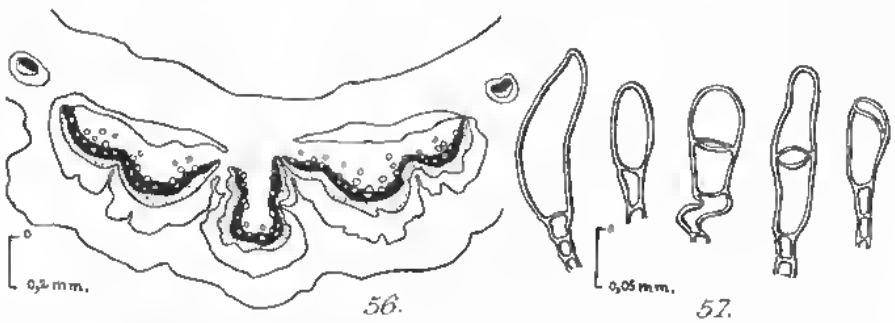


Fig. 55. — *Polyalthia dolichophylla*. Section transversale de l'épiderme inférieur.



Polyalthia jucunda. Fig. 56. — Section transversale à la base de la nervure médiane.
Fig. 57. — Quelques formes caractéristiques des poils pétiolaires.

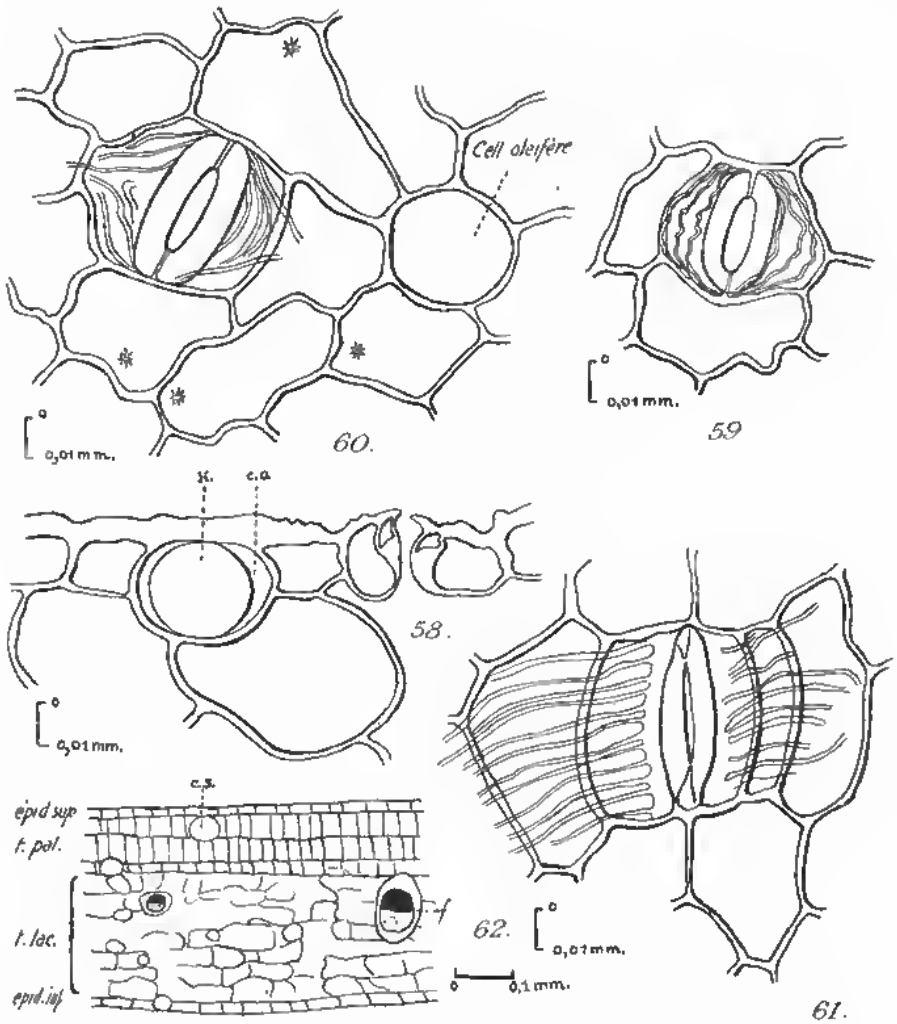
transversale en petits paquets, de place en place, entre les cellules épidermiques et le tissu palissadique ; d'autre part, l'existence de petites macles d'oxalate dans les cellules très basses à peine rectangulaires du tissu palissadique. Enfin, signalons la forme particulière des poils du pétiole de *P. jucunda* qui sont presque des poils en massue et rappellent ceux des *Anaxagorea* (fig. 57).

Ces détails, importants au point de vue spécifique, ne modifient pas les caractères généraux : toutes ces espèces présentent nettement le 2e type de structure qui semble d'ailleurs un peu plus fréquent que le premier, puisque pour 18 espèces à arc foliaire simple, nous en trouvons 14 à arc foliaire complexe.

Source : MNHN, Paris

Troisième type : Cristaux épidermiques maclés. — Cellules oléifères dans l'épiderme inférieur.

Deux *Polyalthia* seulement appartiennent à ce type. 1° *P. plagioneura*



Polyalthia plagioneura. Fig. 58. — Épiderme inférieur à grosses cellules oléifères.
Fig. 59, 60, 61. — Stries cuticulaires sur l'épiderme inférieur.
Fig. 62. — Section transversale du limbe foliaire.

dans ses cellules épidermiques ne se trouvent que de petits cristaux maclés et, de place en place dans l'épiderme inférieur, une cellule sphérique plus grosse que les cellules voisines et contenant une grosse goutte d'huile (fig. 58). Des stries cuticulaires plus ou moins sinueuses ornent les cellules annexes ;

Source : MNHN, Paris

elles entourent les cellules stomatiques, ou tendent à diverger, ou encore se dirigent perpendiculairement aux cellules stomatiques (fig. 59, 60, 61). Des stries rayonnantes existent également autour des poils. Cette espèce diffère aussi beaucoup des types précédents de *Polyalthia* par l'absence de piliers de sclérenchyme soutenant le limbe foliaire, l'existence de cellules sécrétrices uniquement dans le tissu palissadique (fig. 62), et l'épaisseur de son mésophylle (environ 11 assises de cellules, les 3 premières étant en palissade). Cette espèce présente exactement les mêmes caractères anatomiques et morphologiques que l'*Uvaria Petelotii*, ces deux espèces sont donc identiques.

2° *Polyalthia Petelotii* : ses caractères se rapprochent beaucoup de ceux de *P. plagioneura*, cependant les cellules de l'épiderme inférieur ont des sinuosités beaucoup plus profondes et le limbe ne présente qu'une assise palissadique basse. Ces deux caractères peuvent être dus au milieu dans lequel vit la plante : si ces deux espèces ne sont pas identiques, du moins sont-elles très affines. Etant données leurs différences avec les autres *Polyalthia* aux deux points de vue anatomique et morphologique, il serait sans doute préférable, leurs caractères particuliers paraissant assez importants, de les considérer comme appartenant à un genre nouveau.

Deux espèces figurent certainement à tort parmi les *Polyalthia* : *P. Lawi* et *P. elegans*. Ils ont un épiderme supérieur à cellules cristallifères sphériques contenant de grosses macles, et un épiderme inférieur papilleux à macles d'oxalate. Ces caractères, ainsi que la structure du mésophylle, en font des *Desmos*. La structure florale est, d'ailleurs, dans les deux cas, du type *Desmos cochinchinensis* et non du type *Polyalthia evecta*.

Parmi tous les *Polyalthia* étudiés, il y en a des Indes, de Ceylan, d'Indochine, de Haïnan, des Philippines, de Bornéo, de Nouvelle-Guinée. Leurs caractères se groupent toujours autour des deux types principaux que nous avons distingués. Donc, en Asie, le genre est relativement homogène. Il a semblé intéressant de leur comparer quelques *Polyalthia* africains : *P. maritima* (de Madagascar), *P. acuminata* (d'Afrique tropicale), *P. Olivieri* (du Cameroun). *P. maritima* possède dans ses cellules épidermiques des macles d'oxalate ; les cellules de l'épiderme inférieur ont une paroi externe très épaisse et toutes (sauf les stomates et leurs cellules annexes) se prolongent en papilles, de sorte que les stomates sont un peu enfoncés par rapport à ces cellules (fig. 63). Sur un lambeau d'épiderme les cellules annexes et stomatiques n'apparaissent pas sur le même plan que les autres cellules épidermiques ; les papilles délimitent une ouverture plus ou moins allongée (fig. 64) au fond de laquelle on aperçoit le stomate. Une coupe transversale dans le limbe montre que, de place en place, des cellules épidermiques supérieures se dédoublent, tendant à donner une 2e assise. Cette espèce se rapproche plutôt des *Popowia* ; de plus, la morphologie florale est semblable.

Les deux autres espèces africaines possèdent aussi des macles dans leurs épidermes.

Cette étude beaucoup trop courte des *Polyalthia* africains n'est qu'une

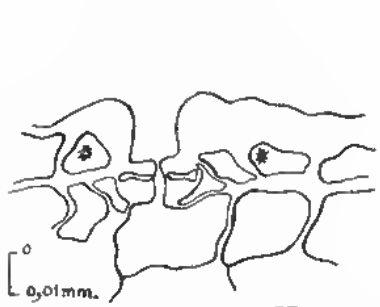
Source : MNHN, Paris

ébauche, cependant elle indique formellement que ces espèces diffèrent beaucoup des *Polyalthia* asiatiques.

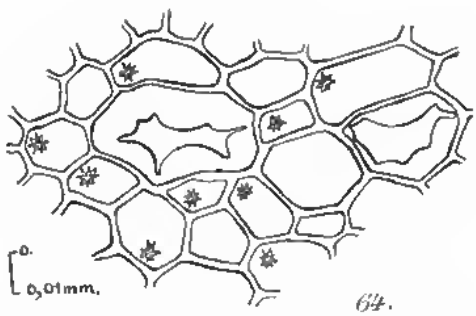
En résumé, il est extrêmement difficile d'établir une coupure nette entre les genres *Desmos* et *Polyalthia*, et il apparaît maintenant comme certain que le nombre d'ovules n'est pas un bon caractère générique. Il vaut mieux se baser sur les caractères des pièces du périanthe, ceux-ci s'accordant avec les caractères anatomiques. Nous aurons alors :

I. Type Desmos Cochinchinensis : pétales longs, plus ou moins lancéolés ; fruits moniliformes. Épiderme supérieur à cellules cristallifères sphériques contenant des macles d'oxalate ; épiderme inférieur plus ou moins papilleux, à macles d'oxalate.

II. Type Polyalthia evecta : pétales courts, épais ; fruits sphériques ou cylindriques et toruleux ; cristaux isolés dans toutes les cellules des deux épidermes.



63.



64.

Polyalthia marilima. Fig. 63. — Stomate de l'épiderme inferieur d'une feuille (section transversale).

Fig. 64. — Épiderme inférieur d'une feuille (en plan).

Ajoutons que la présence d'un arc antérieur dans la chaîne foliaire n'apparaît pas ici comme un caractère générique, puisqu'une espèce telle que *Polyalthia cerasoides*, cependant tout à fait semblable au *P. evecta* par ses caractères morphologiques, n'en possède pas.

Quelques espèces (*P. jucunda*, *P. simiarum*, *P. Thorelii*) dont l'inflorescence et la forme des pétales rappellent plutôt le genre *Cananga*, et dont la structure florale n'est pas tout à fait celle d'un *Polyalthia*, ni d'un *Desmos*, seront placées difficilement. Il faudrait, ou bien les garder dans les *Polyalthia* dont ils ont les caractères épidermiques, ou les placer dans les *Cananga*.

Source : MNHN, Paris

CRISTAUX ISOLÉS DANS LES CELLULES ÉPIDERMIQUES AU-DESSUS ET AU-DESSOUS DES NERVURES

MITREPHORA

Les *Mitrephora* se divisent en deux groupes : étudions les espèces hermaphrodites, puis les espèces unisexuées. La distribution des cristaux dans les cellules épidermiques est importante : elle permet presque de caractériser

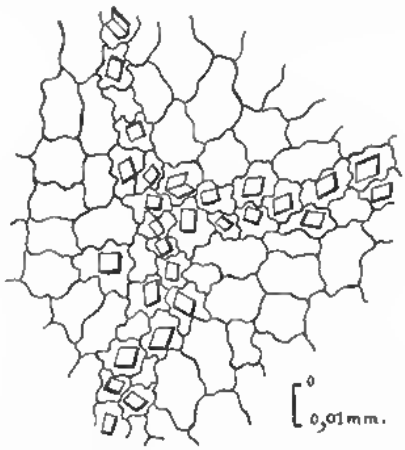


Fig. 65. — *Mitrephora Thorelii*. Épiderme supérieur d'une feuille : cristaux d'oxalate de calcium localisés le long des nervures.

le genre *Mitrephora* ; cette distribution est, cependant, à peu près semblable à celle que signale Beyer (*l. c.*) pour les genres *Ephedranthus* et *Alphonsea*.

a) *Mitrephora hermaphrodites*. — Les cristaux isolés se localisent dans les cellules épidermiques situées au-dessus et au-dessous des nervures ; aussi, en plan, le trajet des nervures apparaît-il très nettement sur l'épiderme (fig. 65). Les cellules cristallifères restent plus petites que les cellules voisines et leurs parois s'épaississent.

Les stomates de l'épiderme inférieur possèdent, comme dans le genre *Cyathocalyx*, des ornementations ; ce sont les cloisons des cellules épidermiques qui, très sinueuses et irrégulièrement épaissies, produisent ces dessins, en particulier celles des cellules voisines des stomates. Parfois, comme dans *M. calcarea*, l'ornementation est peu marquée.

Lorsque l'épiderme inférieur porte des poils, ceux-ci ont des cellules nombreuses : 4-6 chez *M. pallens*, 6-12 chez *M. Thorelii*, *M. Edwardsii*, *M. vendiaeflora*.

Le tissu palissadique se compose d'une assise haute et d'une autre beaucoup plus basse. Les cellules sécrétrices se placent au niveau de la deuxième

Source : MNHN, Paris

palissade et dans la lacune. Souvent elles occupent toute la hauteur du tissu lacuneux (*M. pallens* et *M. pendiaeflora*).

Les prolongements de la gaine de sclérenchyme des faisceaux constituent des piliers n'atteignant pas tout à fait les épidermes.

b) *Miltrephora unisexués*. — Un groupe de *Miltrephora* possède des fleurs unisexuées, mais présente tous les autres caractères morphologiques des espèces à fleurs hermaphrodites. La plupart des auteurs considèrent ces espèces unisexuées comme faisant partie du genre *Miltrephora*. Ce caractère devient en effet peu important lorsque tous les autres sont semblables. Blume avait créé, pour ces espèces, le genre *Pseuduvaria*. Merrill l'a repris et signale que le *Pseuduvaria indochinensis* est proche des *Miltrephora* et encore plus des *Orophea*. En réalité, s'il existe des rapports étroits avec les *Orophea*, du moins la forme des étamines diffère profondément : celles des *Pseuduvaria* rappellent les étamines d'Uvariées, et non de Miliusées.

L'étude anatomique ne donne pas de renseignements très précis. Les cellules épidermiques inférieures des 4 espèces examinées contiennent toujours des cristaux isolés, cependant chez *Miltrephora Irimera* et *M. glandulifera* les cristaux apparaissent beaucoup plus nets et plus régulièrement disposés le long des nervures, rappelant assez, par ce caractère, les *Miltrephora* hermaphrodites. Les épidermes supérieurs ne sont pas tous semblables : *M. glandulifera* a des cristaux maclés ; *M. Irimera*, des cristaux maclés et des cristaux isolés; *M. parviflora* et *grandiflora* n'ont que des cristaux isolés.

Le tissu palissadique est formé d'une assise, mais parfois (*M. parviflora*, *M. grandiflora*) une assise basse subpalissadique existe contre l'épiderme inférieur. Les cellules sécrétrices occupent le tissu lacuneux (analogie avec les *Miltrephora* hermaphrodites).

Dans l'ensemble, les espèces unisexuées sont assez éloignées des espèces hermaphrodites, mais elles ne forment pas non plus au point de vue anatomique un groupe très homogène que l'on puisse sans aucune hésitation extraire d'un genre, ou au contraire réunir à un autre genre. Rappelons le cas des *Goniothalamus* sect. *Beccariodendron* pour lesquels la conclusion était si nette : il n'y a pas lieu d'élever cette section au rang de genre. Avec les *Pseuduvaria* nous ne sommes pas dans le même cas. Avant de conclure définitivement, il serait bon d'étudier un plus grand nombre d'espèces unisexuées pour en tirer un ensemble de caractères distinguant bien un genre ou, au contraire, pour observer des passages aux *Miltrephora* typiques (hermaphrodites).

III. — Genres possédant des cristaux épidermiques maclés ou isolés suivant les espèces.

A. ALPHONSEA

Au point de vue des caractères épidermiques, le genre *Alphonsea* présente une certaine complexité. Beyer signalait seulement la présence de cristaux

Source : MNHN, Paris

isolés dans les cellules épidermiques correspondant aux nervures. Or, l'étude de nombreuses espèces de régions très variées montre que cette disposition n'est pas la seule, ni même la plus générale. La forme et la répartition des cristaux d'oxalate dans les cellules épidermiques permettent de distinguer quatre types :

a) Cristaux isolés localisés dans les cellules épidermiques situées au-dessus et au-dessous des nervures : *A. arborea*, *A. sclerocarpa*, *A. Philastreana*, *A. lonkinensis*.

b) Cristaux isolés répartis uniformément dans toutes les cellules épidermiques : *A. sessiliflora*, *A. coriacea*.

c) Cristaux isolés au-dessous et au-dessus des nervures, et cristaux mâclés dans les autres cellules épidermiques : *A. zeylanica*, *A. ventricosa*, *A. lutea*.

d) Macles dans toutes les cellules épidermiques : *A. squamosa*, *A. Boniana*, *A. monogyna*, *A. Gaudichaudiana*.

Les faisceaux de la nervure médiane se confondent en un arc simple ; une seule exception : *A. lonkinensis* dont l'arc comprend trois faisceaux. La structure du limbe se montre aussi très uniforme : il n'existe qu'une assise palissadique, sauf cependant chez *A. Gaudichaudiana* où il y en a deux. Les plus gros faisceaux du limbe n'atteignent jamais l'épiderme inférieur.

Les cellules de l'épiderme supérieur d'*A. sclerocarpa* se divisent souvent par une cloison parallèle à la surface du limbe, ce qui donne, de place en place, un épiderme á deux assises superposées. D'autre part, *A. coriacea* possède dans l'épaisseur du limbe des fibres de sclérenchyme qui courent sous les épidermes parallèlement á eux, et aussi des fibres qui traversent obliquement, d'un épiderme à l'autre, les tissus palissadique et lacuneux. Tous ces caractères sont spécifiques.

Généralement, le pétiole est parcouru par trois faisceaux indépendants au sommet et huit à la base. Souvent, dans les cellules scléreuses disséminées dans le parenchyme du pétiole, se remarquent de gros cristaux isolés. Chez *A. sessiliflora*, tout le parenchyme contient des cristaux isolés, alors que, très généralement, les Anonacées présentent des macles plus ou moins mêlées de cristaux isolés.

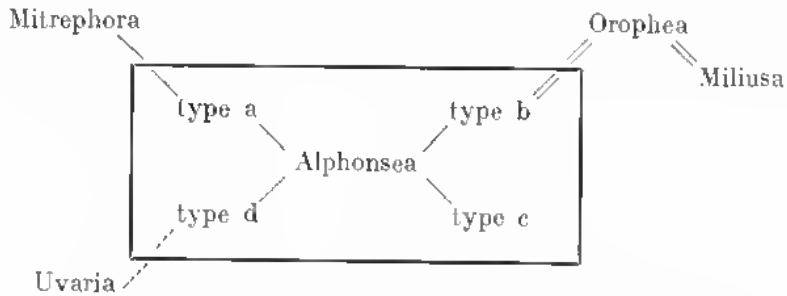
Si la structure de la nervure médiane et celle du limbe sont uniformes chez les *Alphonsea* (sauf très rares exceptions), il n'en est pas de même de celle des épidermes. Cette diversité des épidermes a permis de distinguer quatre types d'*Alphonsea*, mais elle semble aussi indiquer que des espèces susceptibles d'être placées dans d'autres genres, lui ont été attribuées. Ainsi les *Alphonsea* constituent un genre de transition : la synonymie de beaucoup d'espèces montre qu'elles ont été mises tour à tour dans les *Bocagea*, les *Orophea*, les *Alphonsea*. D'ailleurs, la délimitation des genres a beaucoup varié. Baillon, par exemple, réunissait les *Bocagea* aux *Alphonsea*. Souvent les échantillons d'herbier sont si peu abondants ou en si mauvais état qu'il est difficile de vérifier les caractères morphologiques donnés par les auteurs. Mais l'anatomie peut alors nous servir. Ainsi l'*A. coriacea*, qui était d'abord placé dans les

Source : MNHN, Paris

Orophea ou les *Bocagea*, pourrait bien être un *Orophea* car on trouve des cristaux isolés dans toutes ses cellules épidermiques. Les trois espèces *A. ventricosa*, *A. lutea*, *A. zeylanica*, décrites par l'auteur du genre, se placent, par leurs cristaux épidermiques, dans le type *c* ; ce sont bien des *Alphonsea*. On peut y joindre les espèces du type *a* qui en sont seulement une variante. Celles du type *b* se rapprocheraient davantage des *Orophea*, mais celles du type *d* montreraient un passage vers les *Uvaria*, si l'on tient compte seulement des cristaux épidermiques.

Il devient possible de mettre en évidence les rapports entre les *Alphonsea* et les autres genres à étamines de Miliusées, et même avec les Uvariées. D'une part, les *Alphonsea* sont proches des *Orophea* et des *Miliusa* (ces deux derniers genres étant d'ailleurs bien plus voisins) ; d'autre part, ils ont des affinités très marquées avec les *Mitrephora* par le type *a* et avec les *Uvaria* par le type *d*.

Nous avons déjà vu, à propos des *Miliusa* et des *Orophea*, que la tribu des Miliusées ne possède pas de caractères anatomiques particuliers : ceci est encore une preuve de l'exactitude de cette remarque puisque les principaux caractères relient un genre de Miliusées à des Uvariées et à des Mitrephorées.



Par son uniformité à l'intérieur d'un même genre, la structure des épidermes a une véritable valeur générique : les études précédant celle du genre *Alphonsea* l'ont montré. Pour ce dernier genre, au contraire, les aspects structuraux épidermiques très divers permettent de distinguer plusieurs types d'*Alphonsea*, et, par suite, suggèrent des rapports avec les *Orophea*, *Mitrephora* et *Uvaria*, que la simple morphologie ne permettrait pas d'affirmer.

B. DASYMASCHALON

Les épidermes foliaires contiennent des cristaux isolés ; *D. longiflorum* fait exception : ses deux épidermes ont des cristaux maclés en oursins. L'épiderme inférieur possède des papilles (fig. 66, 67, 68), qui, en plan, apparaissent comme un cercle à bords peu nets, masquant plus ou moins les parois des cellules épidermiques.

Les feuilles, parfois glabres (*D. Blumei*), peuvent posséder des poils peu abondants, à deux cellules (*D. lomentaceum* et *D. longiflorum*), à 2-3 cellules

Source : MNHN, Paris

(*D. Robinsonii* et *D. glaucum*), ou très abondants et à 5-8 cellules (*D. macrocalyx*).

Le parenchyme palissadique comprend deux assises de cellules, la première contenant de très petites macles d'oxalate, *D. glaucum* semble n'avoir qu'une

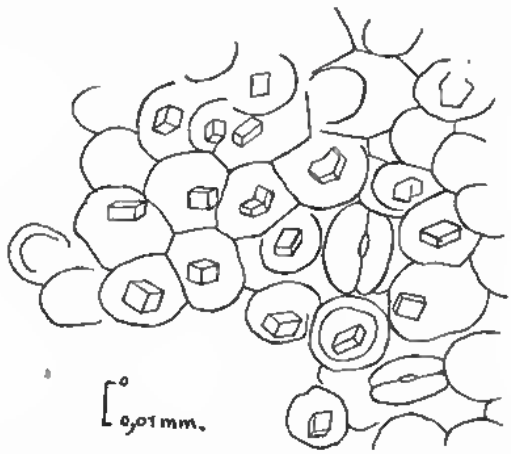
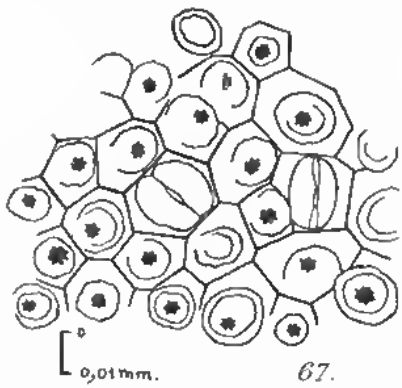
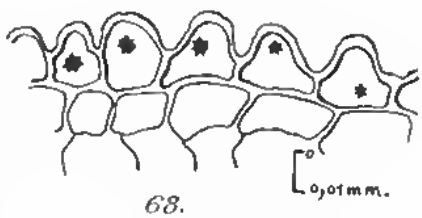


Fig. 66. — *Dasymaschalon Blumei*. Épiderme foliaire inférieur papilleux (en plan) ; cristaux d'oxalate de calcium isolés.



67.



68.

Dasymaschalon longiflorum. Fig. 67. — Épiderme foliaire papilleux (en plan) ; cristaux d'oxalate maclés.

Fig. 68. — Épiderme foliaire inférieur : section transversale montrant les papilles et les cristaux.

assise. Le reste du mésophylle est généralement peu lacuneux. Le sclérenchyme entourant les faisceaux se prolonge en piliers jusqu'aux épidermes (sauf chez *D. longiflorum* et *D. glaucum*).

Il faut signaler, comme assez importante, la présence d'un réseau de fibres s'étendant parallèlement à la surface de la feuille, et, parfois, traversant le mésophylle pour rejoindre les deux épidermes. Deux espèces font encore ex-

Source : MNHN, Paris

ception : *D. glaucum* et *D. longiflorum* dont les feuilles, manquant à la fois de piliers de sclérenchyme et de fibres parallèles à la surface foliaire, sont peu soutenues et peu résistantes.

Si l'on met à part ces deux espèces qui possèdent des caractères bien particuliers, toutes les autres sont très affines, mais diffèrent cependant soit par la présence ou l'absence des poils sur les feuilles, soit par le nombre de cellules qui composent ces poils.

Quelques plantes avaient été considérées comme formant une variété de *Desmos cochinchinensis*, mais les différences anatomiques entre les *Desmos* et les *Dasymaschalon* étant très frappantes, il a été facile de vérifier que ces plantes étaient des *Dasymaschalon glaucum*.

Différents auteurs considèrent que le genre *Dasymaschalon* ne constitue qu'une section du genre *Desmos* dans laquelle il y aurait réduction du nombre de pétales ; cependant, leurs caractères épidermiques étant extrêmement différents, nous pensons qu'il est préférable de distinguer ces deux genres. L'anatomie conduit donc à la même conclusion que la morphologie.

IV. **Genres n'ayant pas de cristaux épidermiques.**

A. **CANANGA**

Nous avons examiné deux espèces (*C. odorata* et *C. latifolia*) suffisamment distinctes pour être décrites séparément.

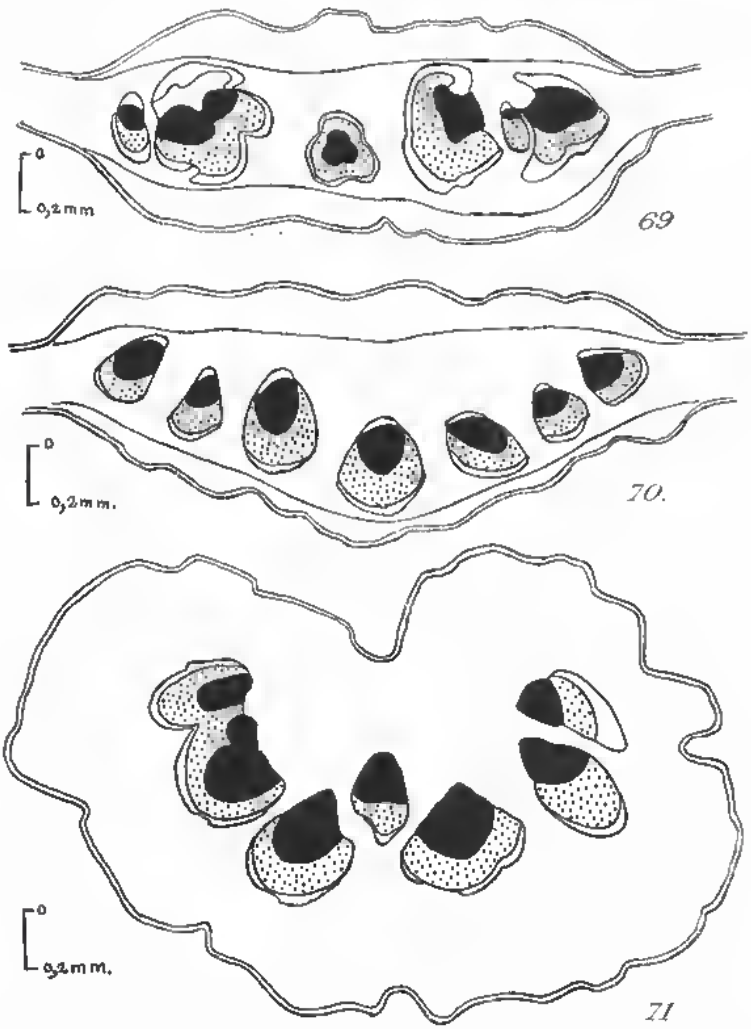
1° *C. odorata* : Guillard (1868), dans une note sur la « Singulière composition de la nervure dorsale dans le *Cananga odorata* » fait seulement remarquer le nombre de faisceaux de la nervure médiane et l'amplitude de leurs vaisseaux. Nous croyons utile de reprendre et de compléter ses très exactes observations.

Dans la plupart des autres genres, sur toute la longueur de la nervure médiane, existe un seul faisceau en forme d'arc. Dans le *C. odorata*, au contraire, la structure varie du sommet à la base de la nervure médiane. Vers le sommet deux gros faisceaux s'accompagnent chacun d'un faisceau plus petit. Plus bas, les faisceaux sont plus nombreux et se placent assez régulièrement l'un par rapport à l'autre (fig. 69). Tout à fait à la base, sept faisceaux, bien isolés, de taille à peu près semblable, se disposent régulièrement suivant un arc à grande ouverture (fig. 70). Il semble qu'au faisceau médian viennent s'accoler, sans jamais se fusionner, les faisceaux des nervures secondaires décurrentes. L'ensemble de ces faisceaux s'entoure d'un parenchyme à cellules assez grandes qui, vers l'extérieur, deviennent collenchymateuses.

Les deux épidermes ont la même hauteur et se couvrent d'une cuticule épaisse. Le parenchyme ne renferme ni cellule scléreuse ni cellule sécrétrice. Les cristaux d'oxalate de calcium se localisent autour de chacun des faisceaux.

Source : MNHN, Paris

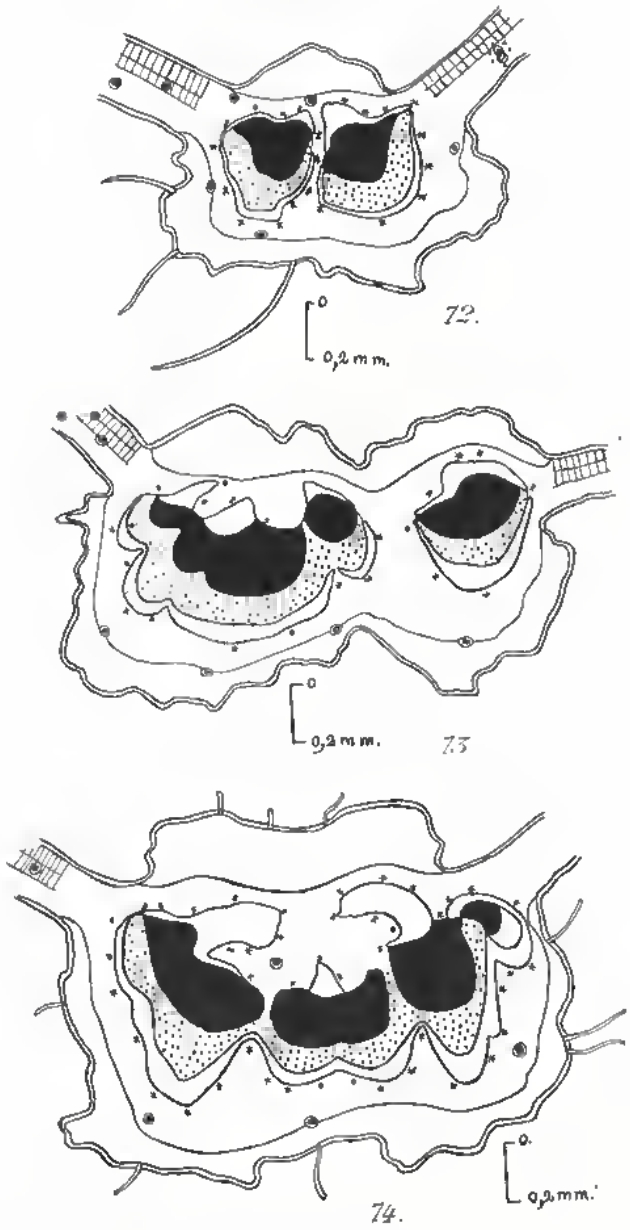
Examinons maintenant le pétiole du *C. odorata* : il a même organisation que la base de la nervure médiane : l'arc de faisceaux se ferme seulement un peu plus (fig. 71). Les cellules sécrétrices et les cellules scléreuses sont peu nombreuses.



Cananga odorata. Fig. 69. — Nervure médiane : section transversale au niveau du deuxième mériphylle.
Fig. 70. — Nervure médiane. Section transversale au niveau du premier mériphylle.
Fig. 71. — Pétiole : section transversale au sommet.

Le limbe, extrêmement différent du limbe de la plupart des autres genres, comprend un épiderme supérieur formé de deux assises de cellules, au-dessous duquel viennent deux assises de cellules palissadiques courtes dont l'ensemble

Source : MNHN, Paris



Cananga latifolia. Nervure médiane. Fig. 72. — Section transversale vers le sommet.
Fig. 73. — Section transversale vers le milieu.
Fig. 74. — Section transversale à la base.

n'occupe que le tiers de la hauteur totale du limbe ; puis 6-7 assises de cellules rectangulaires forment un tissu serré. Dans le limbe ne se voit aucune cel-

Source : MNHN, Paris

lule sécrétrice. De plus, les cristaux maclés en oursins se localisent dans les trois ou quatre premières assises de cellules rectangulaires au-dessous des palissades. Les piliers de sclérenchyme partant des faisceaux et rejoignant les épidermes manquent aussi chez *C. odorata*.

2° *C. latifolia* a, lui aussi, une nervure médiane à structure anormale. Le sommet présente deux faisceaux bien distincts (fig. 72) ; plus bas, ces faisceaux ont tendance à se fusionner et à former un arc comme dans les autres genres, mais ici, l'arc n'est pas refermé complètement par la gaine de sclérenchyme et, sauf à l'extrême base, se montrent au moins deux faisceaux indépendants (fig. 73, 74). Les cellules sécrétrices et scléreuses existent.

Le limbe du *Cananga latifolia* qui présente des similitudes avec celui du *Cananga odorata* (épiderme et tissu palissadique à deux assises, absence de piliers de sclérenchyme), montre des différences très nettes: le mésophylle contient un véritable tissu lacuneux (bien que les lacunes soient petites), et les cellules sécrétrices du limbe se situent à trois niveaux : dans le tissu palissadique, le tissu lacuneux, et à la limite de ces deux tissus ; cette distribution peu fréquente constitue un caractère fort important. Les cristaux du limbe et de la nervure médiane se disposent de la même façon dans les deux *Cananga*.

Le pétiole du *C. latifolia* diffère très peu de celui du *C. odorata*. On note seulement la présence de cellules scléreuses nombreuses et réparties dans tout le parenchyme du pétiole, et de cellules sécrétrices très abondantes, dans le parenchyme entourant les faisceaux, et même dans le liber.

Les poils, très abondants dans le *C. latifolia*, sont simples et formés d'une rangée de six cellules.

En résumé, nous trouvons chez les deux espèces des caractères communs qui distinguent nettement le genre *Cananga*. Ce sont : 1° Disposition spéciale des faisceaux de la nervure médiane ; 2° Epiderme supérieur à deux assises de cellules ; 3° Tissu palissadique à deux assises de cellules ; 4° Absence de piliers de fibres de sclérenchyme dans le mésophylle ; 5° Disposition des cristaux en oursins dans le mésophylle ; 6° Cristaux d'oxalate de calcium maclés localisés autour des faisceaux dans la feuille et le pétiole. Mais un certain nombre de caractères différencient les deux espèces : 1° Mésophylle à tissu peu lacuneux dans le *C. latifolia*, mésophylle à tissu non lacuneux dans le *C. odorata* ; 2° mésophylle à cellules sécrétrices seulement dans le *C. latifolia* ; 3° présence de cellules scléreuses et sécrétrices autour des faisceaux de la nervure médiane du *C. latifolia*.

B. CYATHOCALYX

Nous avons étudié, outre les espèces indochinoises, des échantillons de la Péninsule malaise, de Ceylan, de la Nouvelle-Guinée, des Philippines.

La nervure médiane, en particulier celle des *Cyathocalyx martabanicus* var. *Harmandii*, *C. globosus* et *C. zeylanicus*, ressemble beaucoup à celle des *Cananga*. La chaîne foliaire étroite et très allongée contient 6-7 faisceaux plus

Source : MNHN, Paris

ou moins fusionnés (*C. martabanicus* var. *Harmandii*), ou libres (*C. globosus*), disposés en un arc très ouvert. Autour de cet arc de faisceaux, le parenchyme contient des cristaux en oursins. De plus, dans le parenchyme de la nervure médiane, au moins chez deux espèces, de gros faisceaux isolés occupent à peu près toute la cavité des cellules parenchymateuses, mais parfois aussi se localisent dans des cellules scléreuses à paroi très épaissie. Nous n'avons jamais trouvé de cristaux analogues dans les *Cananga*.

Le limbe a une structure à peu près identique à celle du limbe des *Cananga*, avec, toutefois, une différence importante dans la forme des stomates de l'épiderme inférieur. Notons l'existence d'un épiderme supérieur à deux assises

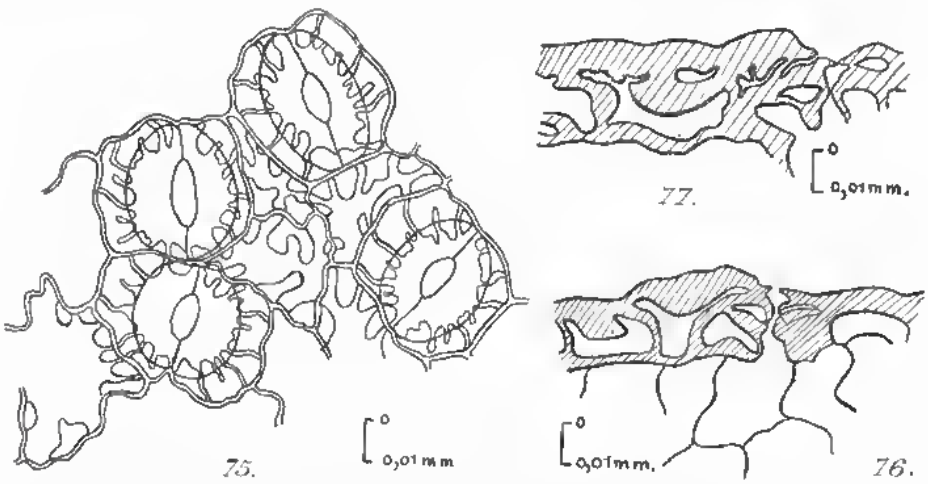


Fig. 75. — *Cyathocalyx globosus*. Epiderme inférieur (en plan) : stomates et ornementations dues aux épaississements irréguliers de la paroi externe des cellules.

Fig. 76. — *Cyathocalyx martabanicus* var. *Harmandii*. Épiderme inférieur (section transversale) : remarquer les épaississements de la paroi externe des cellules épidermiques et la disposition des stomates.

Fig. 77. — *Cyathocalyx globosus*. Épiderme inférieur (section transversale) : épaississements de la paroi externe des cellules.

sans cristaux, à cuticule épaisse ; d'un tissu palissadique à deux assises basses, à parois latérales minces et onduleuses ; d'un tissu peu lacuneux contenant des cellules sécrétrices situées assez loin des palissades ; enfin de faisceaux fibro-vasculaires entourés de cristaux maclés et ne se prolongeant pas à travers le mésophylle en piliers de sclérenchyme. Signalons à ce propos que le *C. zeylanicus*, un peu éloigné des autres espèces par ses caractères morphologiques, contient dans le parenchyme entourant les nervures, non pas des cristaux maclés, mais des cristaux isolés : c'est là un caractère spécifique assez important.

L'épiderme inférieur paraît, au moins chez quelques *Cyathocalyx*, très particulier : un lambeau de cet épiderme, observé en plan, présente des stomates très nombreux, entourés de deux cellules latérales ornées de lobes profonds

Source : MNHN, Paris

(fig. 75) ; souvent ces lobes se continuent dans les cellules voisines. Une coupe transversale dans le limbe montre que ces ornements sont dus à un épaississement très irrégulier de la paroi cellulaire externe des cellules annexes et des cellules épidermiques voisines ; cette paroi se prolonge au-dessus des cellules annexes et même des cellules stomatiques, les recouvrant en partie (fig. 76) et pouvant former une sorte d'écaille au-dessus de la cellule stomatique comme on le voit chez le *C. globosus* (fig. 77) : cette forme de stomates est intéressante au point de vue de l'anatomie systématique : nous ne l'avons constatée dans aucun autre genre. On la trouve particulièrement nette chez *C. martabanicus* var. *Harmandii*, *C. globosus*, *C. sumatrana*, moins marquée chez *C. zeylanicus*.

Le pétiole est très comparable à celui des *Cananga*, au moins en ce qui concerne la disposition des faisceaux et leur nombre (7-10 tout le long du pétiole).

Le *Cyathocalyx Maingayi* (de Malacca) possède des caractères anatomiques un peu particuliers. En effet, le limbe a une seule assise de cellules contenant des cristaux maclés et quelques-uns isolés, une seule assise palissadique contre laquelle sont placées les cellules sécrétrices ; les fibres entourant les faisceaux n'atteignent ni l'assise palissadique, ni l'épiderme inférieur. Les cristaux maclés et les stomates de l'épiderme inférieur ne ressemblent pas à ceux généralement présents chez les *Cyathocalyx*. D'ailleurs, Hooker et Thomson hésitent à rapporter cette espèce au genre *Cyathocalyx* (Fl. Brit. Ind. 1, p. 53) ; Finet et Gagnepain, après avoir constaté des différences importantes dans les caractères morphologiques, en ont fait une espèce intermédiaire entre les *Artabotrys* et les *Cyathocalyx*.

Les *C. petiolata* et *C. filiformis* sont à peu près dans le même cas. Ajoutons que cette dernière espèce se signale par la présence de longues sclérites peu ou pas ramifiées passant sous les deux épidermes et de longues sclérites rameuses transverses.

Rappelons que le *Melodorum olivaceum* ressemble beaucoup, par ses caractères morphologiques, aux *Cyathocalyx*, en particulier au *C. filiformis*. Il en est de même au point de vue anatomique.

Il faudrait donc faire deux groupes dans les *Cyathocalyx* :

1° *Cyathocalyx* à deux assises épidermiques supérieures et stomates ornés.

2° *Cyathocalyx* à une assise épidermique supérieure et stomates non ornés.

Les *Cyathocalyx* sont très voisins des *Cananga*, en particulier par l'absence de cristaux épidermiques, mais chez les *Cananga* nous ne trouvons pas l'ornementation spéciale des stomates, ni les gros cristaux isolés de la nervure médiane et du pétiole.

Source : MNHN, Paris

DÉDUCTIONS TIRÉES DE L'ÉTUDE ANATOMIQUE

I. CARACTÈRES ANATOMIQUES GÉNÉRAUX

1° **Les épidermes foliaires.**
2° **La nervure médiane.**
3° **Le mésophylle.**
4° **Le pétiole.**

II. ANATOMIE ET SYSTÉMATIQUE

1° **Importance de quelques caractères anatomiques au point de vue systématique (résultat de notre étude ; comparaison avec les conclusions de différents auteurs).**
2° **Caractères génériques ; caractères spécifiques.**
3° **La classification basée sur les caractères morphologiques correspond-elle à la classification indiquée par les caractères anatomiques ?**

I. Caractères anatomiques généraux.

De l'étude anatomique détaillée de toutes les espèces indochinoises, déduisons quelle est la structure des différents organes foliaires chez les Anonacées indochinoises et ajoutons quelques observations faites sur des espèces asiatiques, africaines, ou américaines.

1° LES ÉPIDERMES FOLIAIRES

A. Les cellules épidermiques.

Les deux épidermes foliaires, supérieur et inférieur, de toutes les Anonacées examinées diffèrent l'un de l'autre sauf chez *Deeringolhamnus pulchellus*, espèce de la Floride, dans laquelle le limbe est isolatéral.

L'épiderme supérieur, formé de cellules à parois en général fines et onduleuses, assez rarement épaisses et rectilignes, n'a le plus souvent qu'une assise. Chez certaines espèces, quelques cellules se divisent par une cloison parallèle à la surface foliaire, d'où résulte, en particulier au-dessus des nervures, un épiderme à deux ou trois assises de cellules. Dans d'autres cas, 2 ou 3 as-

Source : MNHN, Paris

sises composent l'épiderme supérieur tout entier dont les cellules ont à peu près la même grandeur, mais l'assise la plus externe de *Pachypodanthium confine* du Gabon a de petites cellules, et les deux autres sont formées de cellules égales entre elles et nettement plus grandes que celles de l'assise externe.

L'épiderme inférieur est constitué par une assise de cellules à cloisons rectilignes ou plus souvent onduleuses, mais, dans quelques genres, ces cellules se prolongent en papilles cylindriques qui cachent plus ou moins les stomates, bien que ceux-ci soient au niveau épidermique.

B. Ornements des cellules épidermiques. Stries cuticulaires.

La cuticule qui recouvre les épidermes, généralement peu épaisse, atteint cependant 10 à 12 μ (*Goniothalamus*). Le plus souvent unie, elle s'orne parfois de stries cuticulaires onduleuses, localisées tout le long des nervures, ou ornant les cellules annexes et un plus ou moins grand nombre de cellules épidermiques contiguës, ou bien encore formant des bandes convergeant vers la base des poils. Les stries cuticulaires, constantes dans une espèce donnée, ne le sont pas pour un genre donné, bien qu'on les trouve plus fréquemment dans certains genres. La présence de ces stries permet donc de caractériser des espèces, mais non des genres.

C. Produits des cellules épidermiques.

a : **CRISTAUX D'OXALATE DE CALCIUM**. — Ils apparaissent macles en oursins, ou, au contraire, isolés et, dans ce cas, tétraédriques, prismatiques ou en petites lamelles clinorhombiques. Leur taille varie : très petit, chacun ne tient qu'une faible place dans sa cellule, ou, beaucoup plus gros, il occupe alors presque toute la cavité. Ils se trouvent dans les épidermes de presque toutes les Anonacées, soit dans toutes les cellules épidermiques (sauf dans les cellules stomatiques et annexes) et, en général, un par cellule (sauf *Isolona Klaineana* du Gabon qui a jusqu'à 6 macles par cellule), soit dans des cellules cristallifères sphériques, plus grosses que les cellules épidermiques, ou bien encore localisés dans les cellules épidermiques situées au-dessus et au-dessous des nervures.

Considérées ensemble, la disposition et la forme des cristaux caractérisent des groupes de genres, et le simple examen des cristaux épidermiques peut parfois permettre de donner un nom de genre à une plante. Ceci confirme ce que Vesque écrivait (1881 *a*) : « La place occupée par les cristaux n'est pas moins caractéristique que leur forme et peut mettre immédiatement sur la voie d'une bonne détermination spécifique. »

b : **CELLULES OLÉIFÈRES**. — Les cellules oléifères sont très fréquentes dans tous les tissus des Anonacées, sauf au niveau épidermique : absentes dans l'épiderme supérieur, rares dans l'épiderme inférieur. De forme à peu près sphérique, plus grosses que les cellules voisines, elles contiennent une goutte d'huile (*Polyalthia plagioneura*, *P. Pételotii*, *Artabotrys intermedius*,

Source : MNHN, Paris

Anona muricata). Il ne s'agit ici que de quelques cas isolés, ces cellules ne se trouvant jamais dans toutes les espèces d'un genre donné.

c : **POILS.** — Parmi toutes les plantes étudiées, un assez petit nombre présentent des feuilles complètement glabres. Un examen, même très rapide, montre que la plupart des espèces, au moins quand elles sont jeunes, possèdent des poils sur les deux épidermes, ou seulement sur l'épiderme inférieur et la nervure médiane de la face supérieure. Ce sont uniquement des poils tecteurs. Trois cas se présentent : 1° poils simples, unicellulés ou pluricellulés et toujours unisériés en une file de 2-12 cellules, les inférieures étant en général sensiblement plus courtes, et la cellule terminale longuement aiguë, sauf chez les *Anaxagorea* où elle apparaît renflée et très obtuse, presque en forme de massue ; 2° poils étoilés ou en touffes à branches nombreuses, chacune d'elles présentant une seule cellule ou une série de cellules. Ce cas, moins fréquent que le précédent, caractérise les *Uvaria* et les genres voisins (1). Dans quelques espèces, on observe à la fois des poils simples et des poils étoilés ; 3° poils en écusson (poils écailleux) à branches unicellulées ou bicellulées soudées entre elles sur une très grande longueur, libres au sommet.

De longueur très variable, les poils atteignent au maximum 3 mm. Ils s'insèrent au niveau des cellules épidermiques, ou quelquefois au sommet d'une saillie formée de quelques cellules parenchymateuses, ou, au contraire, dans une petite cavité du tissu foliaire. Leurs parois, plus ou moins épaisses (très minces chez *Anaxagorea*), laissent une lumière assez large ayant souvent un contenu brun jaunâtre, en particulier dans la cellule terminale des poils des *Anaxagorea*.

d : **STOMATES.** — Sur la face inférieure de la feuille, les stomates sont extrêmement nombreux et disposés sans orientation particulière. Deux genres seulement en présentent dans l'épiderme supérieur : *Artabotrys* des régions tropicales où ils sont peu abondants, et *Deeringothamnus pulchellus*, de Floride, donc de région tempérée, où l'on en compte autant sur les deux faces de la feuille.

Les stomates, toujours au niveau épidermique, sont parfois presque cachés lorsque les cellules épidermiques se prolongent en longues papilles (2). *Cleistopholis albida* (*Unona albida*) du Cameroun, est la seule Anonacée où nous ayons observé des cellules stomatiques nettement au-dessous de l'épiderme, au niveau du tissu lacuneux, et communiquant avec l'extérieur par une petite ouverture entre les cellules épidermiques.

Il a déjà été signalé, en particulier par Vesque, que la structure d'un stomate d'Anonacée est exactement la même que celle d'un stomate de Magno-

(1) Les poils étoilés rappellent ceux de certaines Malvacées, en particulier *Althaea officinalis* L. (Solereder, b, p. 169).

(2) Ce caractère n'est pas exceptionnel : il existe par exemple dans l'*Acer Pseudoplatanus* L. (Hryniewiecky, 1914, p. 551, pl. 31, fig. 7), dans le *Taxus baccata* L. (Reyfous, 1917, p. 289).

Source : MNHN, Paris

liacée, ce qui importe beaucoup au point de vue des relations entre les deux familles. Deux cellules latérales parallèles à l'ostiole entourent les cellules stomatiques ; au delà de ces cellules annexes, les cellules épidermiques gardent leur forme normale. Chez toutes les Anonacées, la structure des stomates reste semblable. Rappelons, chez les *Cyathocalyx*, l'ornementation particulière des cellules annexes et des cellules stomatiques due aux épaississements irréguliers de la paroi cellulaire externe.

2° LA NERVURE MÉDIANE

Une coupe de la nervure médiane d'une feuille au niveau du premier mériphylle montre au centre une chaîne foliaire en forme d'arc plongée dans un tissu parenchymateux qui devient un peu collenchymateux vers l'extérieur, et qui contient, en particulier tout autour de la chaîne de faisceaux conducteurs, des cristaux le plus souvent maclés. Des cellules scléreuses, souvent réunies en petits paquets et des cellules oléifères sphériques se trouvent disséminées dans le parenchyme en plus ou moins grand nombre. La présence de ces cristaux, cellules sécrétrices, cellules scléreuses est à peu près constante mais leur abondance varie suivant les espèces, et même suivant les échantillons ; leur localisation ne présente rien de particulier.

L'épiderme porte des poils de même nature que ceux du limbe, c'est-à-dire simples ou étoilés, mais généralement plus longs et à cellules plus nombreuses. Dans quelques cas, très rares d'ailleurs, l'épiderme de la face supérieure de la nervure médiane présente quelques stomates chez des espèces où la face supérieure du limbe n'en possède cependant pas.

La partie la plus intéressante est, sans aucun doute, la chaîne de faisceaux conducteurs, car elle caractérise non seulement le genre, mais souvent aussi l'espèce. Les auteurs l'ont toujours décrite comme constituée par un arc de faisceaux libéro-ligneux entouré de fibres libériennes et fermé par une bande de sclérenchyme : disposition en effet la plus fréquente, mais non la seule. L'étude de toutes les Anonacées indochinoises et de beaucoup d'espèces d'Asie, d'Afrique et d'Amérique, montre que la chaîne peut se compliquer par la présence de liber et de bois sous la bande de sclérenchyme qui ferme l'arc. Nous distinguons dans la chaîne foliaire deux constructions fondamentales, elles-mêmes divisées en types bien distincts.

A. Chaîne simple (ouverte).

a : **TYPE UVARIA** : le plus simple et aussi le plus fréquent. La chaîne foliaire, en forme d'arc, présente de l'extérieur au centre : des fibres libériennes à parois épaisses (élément de soutien appréciable) ; du liber mou formant rarement un arc ininterrompu, mais fréquemment divisé en paquets plus ou moins nombreux ; du bois ; enfin, tout à fait au centre, un peu de parenchyme enserrant presque toujours quelques cellules scléreuses. Dans toutes les es-

Source : MNHN, Paris

pèces, une bande de sclérenchyme ferme l'arc. Dans l'arc, souvent continu, apparaissent parfois deux plis déterminant trois lobes peu indiqués, ou au contraire, profonds. Les faisceaux conducteurs fusionnent totalement ou restent un peu distants les uns des autres.

Ce type de structure appartient aux *Uvaria*, *Anomianthus*, *Ellipeia*, *Desmos*, *Anaxagorea*, *Artabotrys*, *Popowia*, *Xylopia*, *Goniothalamus*, *Mitrephora*, *Anona*, *Alphonsea*, *Miliusa*, *Orophea*. Il se trouve aussi chez d'autres genres asiatiques non représentés en Indochine, tels que *Stelechocarpus*, *Tetrapetalum*, et des genres non asiatiques : *Mabuea*, *Asimina*, *Uvariastrum*, *Monodora*, *Cleistopholis*, *Geanthemum*, *Isolona*, *Meiocarpidium*, *Deeringothamnus*, *Griffithianthus*.

b : **TYPE CANANGA** : moins fréquent. Les faisceaux en nombre très variable (2-7) suivant les espèces, se disposent en arc, mais chacun d'eux, indépendant, possède des fibres libériennes à la base et une petite bande de sclérenchyme au sommet. Cette structure diffère de la précédente : les nervures secondaires, au lieu de quitter directement la nervure médiane, sont décurrentes le long de cette nervure sur un trajet plus ou moins long. Cette disposition existe chez les *Cananga*, *Cyathocalyx*, et chez *Sageraea* au moins à la base de la nervure médiane. Il n'y a pas, entre les deux premiers types, de différence fondamentale dans l'organisation de la chaîne foliaire.

B. Chaîne complexe (fermée).

a : **TYPE POLYALTHIA**. — Les extrémités de la chaîne se replient vers l'intérieur de l'arc, les régions marginales se soudent : ainsi, la chaîne se trouve fermée par un arc antérieur à bois tourné vers le centre de la nervure médiane : *Polyalthia*, plusieurs espèces placées jusqu'alors dans les *Desmos* et aussi *Uvaria loukinensis*.

b : **TYPE MELODORUM**. — La chaîne présente un seul pli interne profond donnant un système antérieur fermé (quelques *Melodorum*), ou deux plis internes non soudés (chez d'autres *Melodorum*) ou deux plis internes soudés donnant un arc antérieur à bois tourné vers la partie antérieure de l'organe (quelques *Melodorum*, *Pachypodanthium*, *Bocageopsis*).

c : **TYPE ANAXAGOREA ACUMINATA** (jusqu'ici exclusif de cette espèce). La chaîne comprend un arc postérieur ouvert et un système médullaire fermé.

Ces structures, non particulières aux Anonacées, se voient aussi dans des familles bien différentes. Ainsi *Cleidion javanicum* Bl. et *Pycnocoma Irewioides* Bail. (1) présentent le même type de chaîne que les *Polyalthia*. De même le système conducteur de la nervure médiane des feuilles de *Lacistema polystachyum* (2) est du type *Melodorum*. Le *Galeria dongnaïensis* Pierre (1) rappelle par sa nervure médiane le *Melodorum polyanthoides*.

(1) Euphorbiacees (Dehay, 1935, pp. 209, 212, 237).
(2) Lacistémacées (Guiboid, 1912, p. 341).

Source : MNHN, Paris

3° LE MÉSOPHYLLE

Le limbe de la plupart des Anonacées a une structure hétérogène, d'où localisation du parenchyme palissadique sous l'épiderme supérieur. Parfois la structure tend à devenir isolatérale : on trouve alors, contre l'épiderme inférieur, un tissu palissadique plus ou moins important (*Artabotrys*, et quelques *Miltrephora*). Chez *Deeringothamnus pulchellus* la structure est tout à fait isolatérale : contre l'épiderme inférieur se placent des rangées de palissades aussi hautes que celles du tissu palissadique supérieur et en même nombre.

Sous l'épiderme supérieur se situent souvent 1 ou 2 assises palissadiques (*Cananga*, *Sageraea*, *Cyathocalyx*, *Artabotrys*, *Oxymitra*, *Goniothalamus*, *Miltrephora*, *Melodorum*, *Dasymaschalon*). Une troisième assise peut exister (*Xylopia*), mais alors, plus basse et moins régulière que les deux assises supérieures. Les cellules du tissu palissadique sont hautes et étroites, à parois rectilignes, ou bien plus carrées, à parois minces et onduleuses.

Le parenchyme lacuneux paraît assez lâche, sauf dans quelques cas isolés, par exemple *Cananga odorata* où 6-7 assises de cellules à cloisons rectilignes forment un tissu serré.

Comme dans la nervure médiane, les faisceaux conducteurs libéro-ligneux s'entourent de sclérenchyme. Souvent, cet anneau fibreux se prolonge plus ou moins loin, formant des sortes de piliers étroits, atteignant les deux épidermes, et soutenant énergiquement le limbe.

Par ailleurs, dans quelques espèces, le tissu foliaire acquiert plus de rigidité grâce à la présence de petites cellules scléreuses isolées ou en paquets immédiatement sous-jacents à l'épiderme supérieur et plus rarement aussi contre l'épiderme inférieur. Parfois, des cellules scléreuses, beaucoup plus grosses et à parois très épaisses, occupent une place importante dans le tissu palissadique (*Xylopia Poilanei*, *Miliusa sinensis*). Des sclérites longues, rameuses, étroites, traversent parfois le limbe plus ou moins obliquement. Les tissus de soutien sont assez bien développés dans le limbe foliaire des Anonacées.

Le limbe possède des cellules oléifères très nombreuses, à peu près sphériques, de taille variable, atteignant 0 mm. 05 chez les *Artabotrys*. Ces cellules, rares dans les épidermes, abondent dans le mésophylle au niveau du parenchyme palissadique, ou du parenchyme lacuneux, ou même se répartissent à peu près dans tout le mésophylle. Leur place ne peut qu'exceptionnellement être utilisée comme caractère systématique.

Les cristaux d'oxalate de calcium, beaucoup moins fréquents que dans les épidermes, et le plus souvent maclés, se disposent autour des faisceaux fibro-vasculaires (*Cananga*, *Anaxagorea*), ou dans le tissu lacuneux (*Griffithianthus Merrillii*, de Luzon), ou encore dans le tissu palissadique. Deux espèces seulement (*Meiocarpidium lepidotum* du Cameroun et *Stelechocarpus burahol* de Java) présentent des cristaux isolés au-dessus du sclérenchyme des faisceaux fibro-vasculaires.

Source : MNHN, Paris

1° LE PÉTIOLE

La section du pétiole varie suivant les espèces et le niveau auquel on l'effectue : plus ou moins elliptique à la base et à partie antérieure un peu concave, elle devient, vers le sommet, plus circulaire et sa partie antérieure se termine par deux cornes bien marquées. Le tissu parenchymateux abonde. Le collenchyme se réduit le plus souvent à quelques assises, et parfois, manque complètement.

Presque toutes les cellules du parenchyme contiennent des cristaux isolés ou maclés, ou, à la fois, des cristaux isolés et des cristaux maclés. Les cellules sécrétrices semblables à celles de la nervure médiane et du limbe foliaire sont très nombreuses, surtout vers l'extérieur. Les cellules scléreuses, rarement isolées, se réunissent souvent en paquets entourant la chaîne pétiolaire, et montrent parfois dans l'épaisseur de leurs parois de gros cristaux isolés. L'épiderme possède des poils simples ou étoilés, à cellule supérieure aiguë, sauf dans quelques espèces où cette cellule très obtuse donne au poil une forme de massue.

Tous ces caractères jouent un rôle peu important au point de vue systématique, mais la chaîne pétiolaire présente un plus grand intérêt. Le nombre de faisceaux qui la composent (toujours isolés et disposés en arc) varie avec l'espèce considérée et la hauteur à laquelle on fait la section. Rarement constant de la base au sommet (*Anaxagorea* montre 3 faisceaux tout le long du pétiole), il peut passer de 3 au sommet à 5 à la base chez quelques *Anona*, *Uvaria*, *Miliusa*, *Orophea* ; ou, inversement, de 5 à la base à 3 au sommet. Ils sont plus abondants chez quelques espèces comme *Cyathocalyx martabanicus* var. *Harmandii*, qui en possède 7 au sommet et 10 à la base. Le nombre de faisceaux conducteurs ne peut pas caractériser un genre, car il n'est pas constant dans toutes les espèces de ce genre. Ainsi, quelques *Miliusa* ont 3 faisceaux pétiolaires, d'autres 5 ou 6, et même 10, ou bien 3 au sommet et 8 à la base.

Souvent, à l'extérieur du liber des faisceaux conducteurs s'ajoutent quelques rangées de cellules à parois cellulosiques épaisses. Bientôt, ces parois se sclérifient et deviennent de véritables fibres libériennes.

A une chaîne foliaire simple correspond une chaîne pétiolaire simple, c'est-à-dire que chacun des faisceaux comprend seulement un arc. A une chaîne foliaire complexe correspond le plus souvent une chaîne pétiolaire complexe. A la base du pétiole, les faisceaux sont généralement encore constitués par un arc, mais déjà les régions marginales tendent à se recourber vers l'intérieur ; un peu plus haut, chacun des faisceaux possède un véritable arc antérieur avec liber en dehors et bois en dedans, comme dans la chaîne foliaire. Parfois même, chaque faisceau, entièrement fermé, prend en section l'apparence d'un disque de bois entouré d'un anneau de liber : c'est le cas du *Melodorum mucronatum* (1). Plusieurs espèces à chaîne foliaire complexe possèdent

(1) Des structures semblables à celle-ci existent dans des espèces appartenant à des fa-

Source : MNHN, Paris

des faisceaux simples tout le long du pétiole : la chaîne se complique donc sur un espace très court à l'extrême base de la nervure médiane. Les différents types de chaîne complexe que nous avons établis pour la nervure médiane ne se retrouvent pas exactement pour la chaîne pétiolaire. Ainsi, *Polyalthia* et *Melodorum* se distinguent nettement par leur chaine foliaire, alors qu'il n'y a pas de différence sensible dans leurs chaînes pétiolaires.

Concluons : au point de vue systématique, chez les Anonacées, la disposition des faisceaux conducteurs de la nervure médiane est beaucoup plus caractéristique que celle des faisceaux du pétiole.

II. Anatomie et systématique.

1° IMPORTANCE DE QUELQUES CARACTÈRES ANATOMIQUES FOLIAIRES AU POINT DE VUE SYSTÉMATIQUE

Si l'étude précédente ne nous a pas révélé la présence de caractères tout à fait originaux, quelques-uns cependant méritent d'être signalés : peu fréquents dans cette famille, ils se limitent à un seul genre ou à un groupe de genres. Bien que n'étant pas absolument inédits au point de vue de l'anatomie générale des végétaux, les caractères suivants sont à retenir relativement à l'anatomie des Anonacées :

1° Poils étoilés ou en touffes présents seulement dans le grand genre *Uvaria* et les petits genres voisins *Anomianthus*, *Ellipeia*, *Rauwenhoffia*, *Cyathostemma* ;

2° Poils en massue des *Anaxagorea* ;

3° Cristaux épidermiques en grosses macles dans des cellules cristallifères sphériques chez *Desmos* et *Oxymitra* ;

4° Chaînes foliaires complexes ;

5° Épidermes parfois papilleux ;

6° Stomates des *Cyathocalyx*.

De plus, si la forme ou la nature d'un organe est tout à fait normale, sa place peut être digne de remarque : cristaux épidermiques des *Mitrephora* localisés dans les cellules correspondant aux nervures.

Les caractères anatomiques n'ont pas tous la même valeur au point de vue systématique ; les plus importants pour la classification des Anonacées nous semblent :

1° Caractères épidermiques ;

2° Constitution de la chaîne foliaire ;

3° Structure du mésophylle.

Le tableau donné au début de l'étude anatomique les met en évidence, reprenons-les avec un peu plus de détails.

milles différentes ; exemple : la section du pétiole de *Saxifraga Fortunei* rappelle beaucoup celle du *Melodorum manubriatum* ou du *Polyalthia evecta* var. *baochianensis* (Watari Shunji, 1939, p. 226).

Source : MNHN, Paris

1° Caractères épidermiques. — Leur valeur a déjà été indiquée par Vesque (1881 *b*, 1885), surtout dans « Anatomie des tissus appliqués à la classification des plantes » (1881 *a*), qui traite en particulier des caractères anatomiques des Anonacées. Dans ces différents travaux, il met en évidence la valeur taxinomique des poils, des stomates, des cellules épidermiques dans le cas des épidermes papilleux, des stries et pointillés cuticulaires pouvant servir de caractères spécifiques, de la place et de la forme des cristaux d'oxalate de calcium également en tant que caractères spécifiques. Nous sommes presque toujours d'accord avec ses conclusions ; cependant, d'après lui, il est rare qu'une famille pourvue de poils pluricellulés possède chez quelques espèces des poils unicellulés, et inversement. Or, notre étude nous a montré, au contraire, que chez les Anonacées, il y a des espèces à poils unicellulés et d'autres à poils pluricellulés, et qu'une espèce peut même posséder à la fois des poils unicellulés et des poils pluricellulés (ex. *Uvaria Fauveliana*).

L'importance des poils au point de vue systématique est clairement mise en évidence pour deux *Kalanchoe* malgaches, *K. bracteata* Sc. Ell. et *K. orgyalis* Bak. se distinguant par « un indument de poils-écailles très caractéristiques, à 3 branches longuement triangulaires-aiguës dont deux plus rapprochées (rappelant la forme du limbe de Sagittaire), fixés par le centre commun des 3 branches » (Humbert, 1933).

La présence de « poils microscopiques à cellule terminale fusiforme, médifixe, à paroi épaisse, portée par une file de 4 cellules dont la dernière est évasée vers le haut », permet également de caractériser dans les *Vernonia* malgaches un petit groupe d'espèces (Humbert, 1939).

Mme Lavier-George (1937) (études sur les épidermes foliaires des *Phillipia*, *Rhododendron*, *Verbascum*) montre aussi l'importance, au point de vue systématique, de la constitution des stomates, des stries cuticulaires, du nombre d'assises de cellules, des papilles, des poils papilliformes, des poils glanduleux, etc. : « les caractères épidermiques sont tout aussi spécifiques que les caractères de structure interne ou de morphologie florale, mais avec l'avantage sur ces derniers d'une plus grande richesse ; aussi l'étude des épidermes de tous les groupes est certainement appelée à rendre de très grands services non seulement en systématique, mais aussi en génétique. En outre, elle facilitera le rapprochement avec celles des plantes fossiles dont la structure épidermique a été suffisamment conservée pour permettre une étude ».

D'autres auteurs se sont plus particulièrement attachés à l'étude des stomates. Petit (1894) écrit : « Quand les 2 faces du mésophylle ont la même structure, les 2 faces de la feuille possèdent le même nombre de stomates. Ce nombre subit à la face supérieure une diminution relative à mesure que le mésophylle supérieur devient plus compact par rapport au mésophylle inférieur. Enfin, quand le mésophylle supérieur est très dense et l'inférieur beaucoup plus lâche, l'épiderme supérieur est dépourvu de stomates. » C'est exactement ce que nous avons observé pour les *Artabotrys*, où le limbe, tendant à une structure isolatérale, a des stomates sur la face supérieure des feuilles,

Source : MNHN, Paris

mais moins nombreux que sur la face inférieure, et chez *Deeringothamnus pulchellus* qui, ayant un mésophylle à structure absolument isolatérale, compte autant de stomates sur les 2 faces de la feuille.

Francey (1936) classe les stomates d'après leur forme en 8 types caractéristiques permettant de constater des liens généraux de parenté entre les familles. Effectivement tous les stomates des Anonacées sont bâtis sur le même type qui se retrouve dans une famille tout à fait voisine, celle des Magnoliacées.

D'accord avec ces différents auteurs, nous concluons à la grande importance des caractères épidermiques au point de vue systématique.

2° Constitution des chaînes foliaires. — C. de Candolle écrivait : (1879) : « Le caractère anatomique le plus constant, chez les feuilles des espèces d'un même genre, est celui de la structure ouverte ou fermée du système principal. En général, on observe que l'une ou l'autre de ces dispositions fondamentales est commune à toutes les espèces d'un genre ou d'une famille, lorsque celle-ci représente un type nettement caractérisé sous les autres rapports. »

Des études très détaillées de chaînes foliaires ont été faites récemment par Morvillez et Dehay pour différentes familles : « Il est donc possible, en dehors des caractères floraux, de trouver, par l'étude de l'appareil libéro-ligneux foliaire, d'autres bons caractères confirmant la valeur de groupements constitués sur des données qui, nous devons bien le reconnaître, sont plus ou moins conventionnelles » (Dehay, 1935).

Au cours d'une étude sur quelques *Helichrysum* de Madagascar, Humbert (1938) précise la « valeur des caractères offerts extérieurement par la forme et la nervation des feuilles » dans un groupe d'espèces particulièrement difficile. Des schémas indiquent la possibilité de distinguer des espèces ou des variétés d'après la disposition des faisceaux fibro-vasculaires de la base du pétiole jusqu'au limbe.

Nous avons vu, au cours de notre travail, de quelle utilité s'est montrée l'étude de l'appareil libéro-ligneux foliaire des Anonacées.

3° Mésophylle. — Quoique moins frappants et moins faciles à mettre en évidence que les précédents, les caractères du mésophylle apportent cependant une aide notable à la systématique.

Vesque signalait, comme caractères spécifiques par excellence, le nombre et le développement relatif des assises palissadiques ; pour lui, la structure du mésophylle sert beaucoup dans l'étude des cas difficiles. Nous l'avons constaté aussi pour plusieurs genres d'Anonacées en particulier *Oxymitra* et *Goniothalamus*.

2° CARACTÈRES GÉNÉRIQUES ET CARACTÈRES SPÉCIFIQUES

Grâce à l'étude détaillée de l'anatomie de toutes les Anonacées indochinoises et aux quelques remarques que nous venons de faire, nous arrivons à fixer l'ordre de subordination des caractères.

Source : MNHN, Paris

1° Caractères génériques : Un caractère morphologique, s'il n'est constant et absolument original, ne suffit pas, *à lui seul*, à définir un genre. De même, un caractère anatomique peut s'observer simultanément dans plusieurs genres, mais il arrive qu'il coexiste constamment avec un ou plusieurs autres caractères de même ordre : cette *coexistence constante* permet d'individualiser les genres. Les caractères suivants, sous réserve d'être groupés, paraissent susceptibles de devenir des caractères génériques :

1° Nature des poils, étoilés ou simples ; forme de la cellule terminale (*Anaxagorea*).

2° Cristaux épidermiques : nature (isolés ou maclés), forme, place et grosseur. Ex. : très petites macles dans toutes les cellules ou grosses macles dans les cellules cristallifères spéciales. Parfois, forme et disposition s'associent pour les rendre encore plus caractéristiques (ex. : *Mitrephora*). Rarement, l'association de cristaux maclés et isolés dans une même cellule caractérise un genre (*Popowia*).

3° Présence et localisation de cristaux dans le mésophylle (ex. : *Cananga*).

4° Epaississements irréguliers des cloisons des cellules épidermiques et des cellules annexes donnant aux stomates une ornementation typique (*Cyathocalyx*).

5° La structure isolatérale du limbe foliaire (présence de stomates sur les deux faces et de tissu palissadique contre les 2 épidermes), qui semble due aux seules conditions extérieures, s'est montrée constante dans tout le genre *Artabotrys*, quoique l'étude phytogéographique ne confirme nullement l'existence des *Artabotrys* sous des conditions climatiques spéciales. Chez le *Deeringothamnus pulchellus*, de Floride, le climat intervient peut-être pour déterminer une structure foliaire tout à fait isolatérale.

6° La structure de la chaîne foliaire est, le plus souvent, simple (continue ou discontinue), ou bien complexe : dans ce dernier cas, elle ne correspond qu'à deux genres (*Melodorum* et *Polyalthia*). Les cristaux épidermiques étant différents dans ces deux genres, on peut distinguer ces derniers facilement l'un de l'autre.

7° Papilles de l'épiderme inférieur (ex. : *Desmos*, *Oxymitra*, *Melodorum*, *Dasymaschalon*).

2° Caractères spécifiques : Comme les caractères spécifiques utilisés en morphologie, ils sont d'observation plus délicate et exigent un examen plus approfondi.

1° En ce qui concerne les poils, interviennent : *a*) le nombre de cellules (différentes espèces de *Popowia*, *Miliusa*, *Dasymaschalon*) ; *b*) la présence de quelques poils simples parmi les poils étoilés (ex. : *Uvaria lonkinensis*, *U. Fauveliana*) ; *c*) l'insertion des poils qui, dans quelques cas, se fait au sommet d'une petite émergence constituée de cellules parenchymateuses (ex : *Uvaria rufa*) ou, au contraire, au fond d'une cavité (ex. : *U. Dac*, plusieurs espèces d'*Oxymitra* ; *d*) longueur de la cellule terminale (*Melodorum*).

Source : MNHN, Paris

2° Stries cuticulaires assez rares chez les Anonacées, peu variées mais, cependant, permettant bien de distinguer quelques espèces (ex. : *Goniothalamus Thomsonii*).

3° Cellules oléifères dans l'épiderme, très rares, mais bien caractéristiques de certaines espèces (ex : *Polyalthia plagioneura*).

4° Sclérites traversant le mésophylle. Seule, leur présence peut compter (ex : *Miliusa Thorelii*, *Polyalthia minima*, plusieurs *Dasymaschalon*). Leur abondance, leur forme et leur longueur varient chez une espèce donnée.

5° Place des cellules oléifères dans le mésophylle (ex. : contre l'assise palissadique chez *Popowia pisocarpa* et *P. tomentosa* ; dispersées dans le mésophylle chez *P. aberrans* et *P. diospyrifolia*).

6° Présence ou absence des piliers de sclérenchyme joignant la gaine fibreuse des faisceaux du limbe foliaire aux épidermes (ex. : *Xylopia Pierrei* et *X. Vielana*).

7° Forte concavité de la paroi interne des cellules épidermiques (ex. : *Orophea cuneiformis*).

Par contre, d'autres caractères varient essentiellement, à l'intérieur de la même espèce, d'un individu á un autre ; ils varient aussi, dans une plante donnée, suivant l'organe considéré, et même sur les différentes parties de cet organe. Ils ne permettent pas de distinguer une espèce ni même une variété. Ce sont :

1° La presence de cellules scléreuses, constante chez les Anonacées et dans toutes les parties de la plante (tiges, pétioles, feuilles, pédicelles, toutes les pièces florales). Mais on ne peut tenir compte de l'abondance de ces cellules, ni de l'épaisseur de leurs parois, ni de leur forme quel que soit l'âge de l'organe étudié. Si la présence de cellules scléreuses est un caractère de genre ou même de famille, comme le pensait Vesque, ajoutons qu'elle ne constitue, en aucun cas, un caractère spécifique.

2° De même, la présence de cellules oléifères se constate dans toutes les parties de la plante et à tous les états de développement ; on ne peut donc prétendre caractériser une espèce d'après l'abondance de ces cellules dont le nombre varie beaucoup. Mais l'ensemble : grosseur et abondance des cellules, devient un moyen de distinction de l'espèce (*Anona squamosa*).

D'autres caractères ne doivent pas être considérés dans tous les cas comme rigoureusement spécifiques ou génériques, parce qu'ils varient probablement suivant la station. Ce sont :

1° Nombre et hauteur des assises palissadiques .

2° Rapport entre la hauteur du tissu palissadique et celle du tissu lacuneux. Cependant, il faut en tenir compte dans la détermination de certains genres. Ainsi, chez *Goniothalamus* et *Oxymitra*, il existe entre les épaisseurs des deux tissus un rapport peu variable dans toutes les espèces de ces genres. Donc ce caractère peut être admis comme d'ordre générique.

3° L'épaisseur du mésophylle varie suivant l'âge de la feuille et la station

Source : MNHN, Paris

où vivait la plante. Toutefois, cette épaisseur apparaît à peu près constante pour certaines espèces : ainsi, *Polyalthia Pelelolii* possède des feuilles toujours épaisses (mésophylle à nombreuses assises), quoique les spécimens proviennent de stations assez éloignées ; il est évident, dans ce cas particulier, que l'epaisseur du mésophylle constitue un caractère très important.

4° Même variabilité de l'épaisseur de la cuticule qui, dans certains cas, oscille seulement entre des limites assez étroites : ainsi la cuticule de tous les *Goniothalamus* étudiés a toujours une épaisseur très appréciable, cependant ces plantes viennent aussi de régions bien diverses.

5° Le nombre d'assises cellulaires de l'épiderme foliaire paraît un caractère spécifique si l'on considère la feuille parfaitement développée ; mais, entre la jeune feuille et la feuille plus âgée, il y a variation ; de plus, bien souvent et seulement de place en place, une cellule se cloisonne longitudinalement, ébauchant ainsi la deuxiéme assise épidermique. Si l'on pouvait examiner la feuille complètement développée, peut-être verrait-on que toutes les cellules se sont cloisonnées. Nous avons cité plusieurs *Xylopia* dont le nombre d'assises épidermiques diffère probablement d'une espèce à l'autre, et pour lesquels nous ne pouvons rien indiquer de précis ; tous les échantillons d'herbier montraient des assises en formation.

5° LA CLASSIFICATION BASÉE SUR LES CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES CORRESPOND-ELLE A LA CLASSIFICATION INDIQUÉE PAR LES CARACTÈRES ANATOMIQUES ?

Nous ne reprendrons pas tous les cas où l'anatomie nous a été utile pour la systématique (ils ont été signalés dans l'étude anatomique des genres), nous grouperons simplement les plus caractéristiques pour montrer quelles conclusions générales nous avons tirées de ce travail.

Conclusions d'ordre générique.

1° Les genres peuvent être groupés d'aprés leurs caractéres anatomiques. Les groupes ainsi constitués correspondent souvent à ceux que la morphologie permet d'établir : les genres *Uvaria*, *Anomianthus*, *Ellipeia*, *Cyathostemma*, *Rauwenhoffia*, possédant beaucoup de caractères extérieurs communs, sont voisins les uns des autres, mais leurs différences restent assez tranchées et donnent à chacun une véritable individualité (exception faite d'*Anomianthus* qui pourrait être incorporé aux *Uvaria*). L'anatomie permet de formuler les mêmes conclusions que la morphologie.

On peut rapprocher les *Orophea* à étamines de Miliusées des *Mitrephora* à étamines d'Uvariées, par la forme et la soudure de leurs pétales intérieurs, mais aussi par la forme de leurs cristaux. Les *Orophea* et les *Miliusa* sont très voisins anatomiquement et morphologiquement. L'affinité des *Oxymitra*

Source : MNHN, Paris

et des *Desmos* se manifeste à la fois par leur constitution florale (forme des pétales intérieurs exceptée), et par leurs caractères anatomiques.

2° Par contre, des genres voisins morphologiquement ont une anatomie assez différente : *Artabotrys* et *Cyathocalyx* ; *Goniothalamus* et *Oxymitra* ; *Desmos* et *Polyalthia*.

3° L'anatomie a confirmé la possibilité de réunir le genre *Beccariodendron* au genre *Goniothalamus* et d'en faire seulement une section de ce dernier. Comme pour les *Desmos* et les *Polyalthia*, le nombre d'ovules se révèle un assez mauvais caractère générique.

4° Le genre *Popowia* est hétérogène au point de vue morphologique comme au point de vue anatomique.

5° Le genre *Artabotrys* a une certaine originalité par son inflorescence mais aussi par un caractère anatomique exceptionnel dans la famille : structure subisolatérale du limbe foliaire. Le genre *Anaxagorea*, lui aussi original, mais par ses fruits, possède également un caractère peu fréquent chez les Anonacées : des poils en massue.

Conclusions d'ordre spécifique.

1° La constitution florale de quelques espèces ne permet pas leur attribution certaine à un genre donné. Les déterminateurs, suivant la préférence qu'ils accordent à tel ou tel caractère, transportent ces espèces d'un genre dans un autre ; ainsi, la plante nommée *Popowia cambodica* par Finet et Gagnepain était antérieurement appelée *Pheanthus cambodicus* par Pierre ; or, l'étude anatomique, jointe à une étude morphologique plus poussée, nous conduit à la placer dans les *Desmos*, et plus spécialement près de *D. dubius* qui, avec quelques autres, constituent une section du genre *Desmos* qui sera attribuée au genre *Polyalthia* si des études ultérieures confirment ce point de vue.

L'introduction d'une espèce dans un genre, en cas d'insuffisance des caractères morphologiques, peut donc être suggérée et même précisée par l'étude anatomique.

2° Quelques espèces sont aussi bien caractérisées par la morphologie que par l'anatomie. Ainsi, *Uvaria tonkinensis* se distingue des autres *Uvaria* par la présence d'un arc antérieur dans la chaîne foliaire, et *Goniothalamus elegans*, des autres *Goniothalamus*, par le peu d'importance de son tissu de soutien.

3° Le rapprochement de certaines espèces par la morphologie systématique se trouve confirmé par la structure anatomique (*Artabotrys intermedius*, *A. odoratissimus* et *A. brevipes* ; *Xylopia Pierrei* et *X. Vielana* ; *Desmos cochinchinensis* et *D. chinensis* qui ne peuvent être distingués que difficilement).

Deux plantes de l'herbier du Muséum de Paris portaient le nom, l'une d'*Oxymitra Gabriaciana*, l'autre de *Goniothalamus saigonensis* ; elles possèdent même morphologie et même structure : ce ne sont que deux spécimens d'une

Source : MNHN, Paris

seule espèce. D'autre part, les caractères anatomiques nous permettent de changer cette espèce de genre et de la placer sans aucune hésitation parmi les *Goniothalamus*.

Le *Rauwenhoffia siamensis* avait été signalé sous deux noms : *Uvaria Godefroyana* et *Melodorum Schefferi*, que nos recherches prouvent n'être que synonymes ; d'autre part, une étude, même rapide, des caractères anatomiques, montre que ces plantes appartiennent à un genre voisin des *Uvaria* et non des *Melodorum*.

4° Enfin, l'*Uvaria Fauveliana* n'est pas une variété de l'*Uvaria Hamiltonii*, comme on le pensait avant d'en connaître les fruits. L'anatomie confirme cette donnée de la morphologie : c'est bien une espèce indépendante.

Quant au *Xylopia nilida*, si son port et ses caractères floraux le rapprochent de *X. Pierrei* et de *X. Vielana*, sa structure anatomique l'en éloigne : l'anatomie donne ici des différences spécifiques plus grandes que ne l'indiquait la seule morphologie.

Nous venons de constater que les genres les plus différents au point de vue morphologique, le sont aussi bien souvent par leur structure anatomique ; cependant ce n'est pas une règle rigoureuse (ex. *Goniothalamus-Oxymitra*). Souvent l'anatomie confirme les résultats morphologiques, mais, quelquefois, elle n'est pas d'accord avec la classification basée sur les caractères extérieurs. Dans ce cas, il est bon de reconsidérer l'importance attribuée aux caractères morphologiques. L'anatomie peut donc aider la morphologie externe à établir une classification plus rationnelle.

Source : MNHN, Paris

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ANONACÉES D'INDOCHINE

Il est impossible de restreindre l'étude de la répartition géographique des Anonacées à la partie française de la péninsule indochinoise. Les frontières fixées par l'homme ne sont pas toujours naturelles. Si la mer borde toute la partie orientale et sud-occidentale de l'Indochine française (Golfe du Tonkin, Mer de Chine, Golfe de Siam), le Mékong, seul, sépare le Siam de la région occidentale du Laos. Tonkin, N. et N.-W. du Laos, Cambodge, ont des limites arbitraires. Au point de vue géographique, il n'apparaît guère de différence entre le N. du Tonkin et la Chine du sud, pas plus qu'entre Laos et Cambodge d'une part, et Siam d'autre part. L'Indochine française n'est qu'une partie de la grande péninsule indochinoise, vaste unité géographique comprenant Birmanie, Siam, Indochine française et péninsule malaise.

Au cours des différentes ères géologiques, les contours des terres émergées ont beaucoup varié : jusqu'au Pléistocène, la plateforme de la Sonde unissait les grandes îles de l'Insulinde entre elles et à l'Asie. Des relations entre les continents permettaient des migrations de flores sur des distances actuellement considérables : l'ensemble indomalais n'était-il pas lié à l'Australie et à l'Afrique et cette dernière à l'Amérique (continent de Gondwana) ?

Pour expliquer les affinités floristiques, l'extension des espèces ou, au contraire, leur disparition rapide ou progressive (migration, extinction), il faut, non seulement considérer les relations géologiques entre Indochine, pays voisins et autres continents, mais aussi la géographie actuelle : situation continentale, péninsulaire ou insulaire, présence de chaînes de montagnes, latitude, régime des vents, toutes conditions régissant température, précipitations atmosphériques, type de climat.

Après l'étude géographique, géologique et climatique de la région indomalaise, et plus particulièrement de l'Indochine, nous étudierons la répartition des genres et des espèces existant en Indochine et la comparerons avec celle d'autres organismes (végétaux et animaux). Nous essaierons de préciser les affinités floristiques de l'Indochine, et esquisserons le partage de cette région en 4 divisions botaniques. De la répartition des Anonacées fossiles sera déduit le sens des migrations possibles.

Source : MNHN, Paris

I. GÉNÉRALITÉS

MODES ACTUELS DE DISSÉMINATION DES ANONACÉES. RÔLE DU VENT, DE L'EAU, DES ANIMAUX, DE L'HOMME

Les fruits des Anonacées sont des baies cylindriques ou sphériques, glabres ou courtement velues, contenant une graine ou plusieurs disposées sur deux rangs. Un seul genre, *Anaxagorea*, possède des capsules renfermant 2 petites graines noires, lisses et très brillantes. Les fruits des *Anona*, souvent volumineux et lourds, se composent de plusieurs ovules coalescents. Les baies des autres genres sont généralement plus petites : *Uvaria purpurea*, 10 cm × 2 cm. 5 ; *Artabotrys odoratissimus*, 4 cm. × 2 cm. ; *Polyalthia jucunda*, 2 cm.7 × 1 cm. 6 ; *Xylopia vielana*, 4 cm. × 1 cm. Récoltés depuis longtemps, parfois vieux de 50 ans ou même davantage, les fruits de ces différentes espèces complètement desséchés pèsent respectivement 11 gr., 5 gr., 2 gr. 4, 1 gr. ; à l'état frais, leurs poids sont certainement plus élevés. Les graines, lisses, dures, assez légères à l'état sec. pèsent respectivement 0 gr. 25, 1 gr. 25, 2 gr., 0 gr. 13. Les plus légères sont celles de l'*Anaxagorea luzonensis* qui ne dépassent guère 0 gr. 08.

Rôle du vent : Ces fruits relativement lourds, tombés à terre, peuvent-ils être transportés par le vent ? La plupart des Anonacées habitent les forêts tropicales denses. Les vents arrivent soudain sur ces forêts, violents, tordant et cassant les arbres. Au niveau du sol, leur vigueur s'atténue. S'ils réussissent encore à emporter les semences ailées ou plumeuses, ils ne peuvent soulever les fruits assez lourds. Les fruits des Anonacées, dépourvus d'appareil de vol, pourraient donc être roulés par le vent, mais sur des distances peu considérables, le moindre obstacle réussissant à les arrêter.

Rôle de l'eau : *a*. Les eaux de pluies, abondantes sur les montagnes couvertes de forêts tropicales, transportent certainement en grand nombre fruits et graines de petite taille puisqu'elles peuvent charrier sable, graviers et pierres. Dans la Péninsule malaise, RIDLEY a vu, au moment des pluies, des masses de terre se détacher de la montagne, emportant aux niveaux inférieurs, arbustes, petites plantes, fruits et graines.

b. Les rivières. Les semences qu'elles entraînent germent parfois dans

Source : MNHN, Paris

l'eau même, et, si l'atterrissement est rapide et le sol favorable, les plantules peuvent s'enraciner. Quelques Anonacées croissent le long du Mékong non loin du fleuve. Or, ces espèces, abondantes au Cambodge, deviennent de plus en plus rares vers le N. : leurs aires s'étendent en direction du N. Les graines, ne pouvant remonter le cours du fleuve, ne sont certainement pas disséminées par lui. Cependant les eaux courantes et celles de ruissellement transportent probablement quelques graines d'Anonacées.

c. La mer. Les graines, tombées dans les rivières ou roulées par le vent, arrivent à la mer. Pour expliquer une extension lointaine, il faut envisager l'entraînement : autour de l'Indochine existent de forts courants marins. Dans le golfe de Siam, les eaux, constamment brassées, tournent « en circuit fermé ». Dans la mer de Chine méridionale un courant N.-S. longe les côtes de l'Indochine, un courant S.-N. remonte vers les Philippines. De plus, des contre-courants de surface saisonniers se créent près de la côte du Sud-Annam (Carton, 1935). Il y a donc un « mouvement général tourbillonnaire de la masse totale des eaux dans ce bassin » (Krempf, cité par Carton, 1935) : on peut donc penser que tout ce qui arrive à la mer ne sera déposé qu'après un parcours plus ou moins long. Pour que le rôle de la mer soit efficient, les semences doivent être susceptibles, selon Ridley (1) : 1° de voyager longtemps sans absorber d'eau, ou, si elles germent, les germinations doivent pouvoir flotter ; 2° de s'établir à l'endroit où elles sont rejetées, donc de résister à l'action du sel. Les Anonacées ne subsistent probablement pas dans ces conditions. Guppy a observé des fruits d'*Anona palustris* (américain et africain) flottant dans la rivière à Guayaquil (beaucoup commençaient à germer), d'autres dans le golfe de Guayaquil : certains auraient flotté 11 semaines, mais, après ce séjour dans l'eau, beaucoup étaient décomposés. Guppy suppose, cependant, que les graines du genre *Anona*, résistant à l'eau de mer pendant assez longtemps, auraient pu aller d'Afrique en Amérique par le courant équatorial en 2 ou 3 mois seulement, mais... comme les *Anona* sont d'origine américaine, il faudrait supposer qu'ils ont suivi le chemin inverse ! Or, le courant équatorial contraire les conduirait d'Amérique en Afrique, en 6 ou 8 mois, séjour beaucoup trop long au dire de l'auteur pour que les graines d'*Anona* restent en bon état. De plus, remarque Ridley, les courants ont-ils toujours été semblables à ceux que l'on observe actuellement ?

Hemsley a trouvé vers la Nouvelle-Guinée des graines ressemblant à celles de quelques *Polyalthia* ou *Artabotrys*, mais dans un état tel qu'elles ne pouvaient germer. Dans les courants marins près des Cocos-Keelling, Guppy signale des graines d'Anonacées, mais sans doute venaient-elles d'une espèce cultivée dans l'île.

(1) Les références et les renseignements ci-dessous jusqu'à la fin du paragraphe relatif au rôle des animaux sont tirés de Ridley, 1930.

Source : MNHN, Paris

Rôle des animaux : *a*) *Les mammifères.* Les mammifères terrestres ne peuvent franchir que des bras de mer assez étroits : leur rôle dispersateur se limite aux aires continentales ou aux îles.

Les fruits glabres ou couverts de poils courts, ne sont que rarement susceptibles de s'accrocher au pelage des animaux (*Uvaria Fauvetiana* ?). Assez petites, les graines sont-elles quelquefois transportées par les pieds des animaux ? Certains Mammifères se nourrissent des fruits d'Anonacées. Ils avalent en même temps les graines très dures et les rejettent non digérées. D'après Rumph, les fruits d'*Anona muscosa* ne peuvent mûrir sur l'arbre car les chauves-souris frugivores (*Pteropus*) les arrachent avant la maturité : elles emportent probablement aussi quelques graines mûres et les disséminent de cette façon.

Au Kew Gardens Museum on a trouvé dans le cæcum d'un *Rhinoceros sumatrensis* venant de la péninsule malaise, une graine en bon état de *Mezzettia leptoclada*, Anonacée du S. de cette péninsule. Ce *Rhinoceros* avait sans doute mangé des fruits tombés, une graine était restée dans son cæcum jusqu'à sa mort à Kew. Les Rhinocéros, faisant de très longues marches, peuvent donc déposer les graines ingérées, fort loin de leur lieu d'origine. A Porto-Rico, *Anona muricata* et *A. reticulata* sont transportés par des mammifères (porcs, chevaux, etc...) et des oiseaux (Amadeo, *Nature*, XXXVII, 535). Les porcs sauvages mangeraient les fruits d'*Anona palustris* (Guppy).

b) *Les oiseaux*. Les très petits oiseaux ne réussissent certainement pas à emporter les graines qui sont trop volumineuses pour eux. Cependant, *Corvus jamaicensis* se nourrit d'*Anona muricata* ; *Diduncutus strigirostris*, pigeon frugivore, recherche les fruits du *Cananga odorata* (Reinecke).

c) *Les reptiles* : les Iguanes et les Alligators mangent les fruits d'*Anona palustris* (Guppy).

Rôle de l'homme : L'homme intervient directement dans la dissémination des Anonacées par l'introduction et la culture de certaines espèces utiles (alimentation, industrie du bois, parfums, pharmacopée), peut-être indirectement en rejetant les graines absorbées, mais non digérées, ou en transportant graines et fruits au cours de ses déplacements.

Les *Anona*, originaires d'Amérique (sauf quelques espèces africaines), introduits dans toutes les régions tropicales, possèdent souvent des fruits comestibles, recherchés par les indigènes et même par les Européens. Le fruit (masse charnue des carpelles coalescents) peut peser jusqu'à 2 kg. Parmi les espèces consommées fréquemment, citons : 1° *A. muricata* (Corossol épineux), dont la pulpe blanche, souvent dédaignée des Européens mais recherchée des nègres, astringente, dégage une odeur de térébenthine. Le jus fermenté donne une boisson rafraîchissante et antiscorbutique ; 2° *A. glabra*, à fruit très odorant, assez peu estimé ; 3° *A. reticulata* (cœur de bœuf, custard apple), à chair assez ferme, douce, peu parfumée mais cependant excellente, disent les auteurs (Bailey, 1900 ; Ridley, 1930) ; 4° *A. cherimolia* (Cherimoyer ou Chi-

Source : MNHN, Paris

rimoya), originaire du Pérou. Le poids du fruit varierait de 110 à 350 gr. ; Bois (1928) rapporte que Mark Twain aurait appliqué à ce fruit très doux et généralement fort apprécié, l'expression « les délices mêmes ». Cette espèce subtropicale peut croître dans les régions tropicales mais a des altitudes assez grandes. Elle est cultivée dans les régions méditerranéennes : Algérie (où elle ne subsiste que dans les localités favorables), France (Nice, Villefranche-sur-Mer), en Sicile et en Calabre (Bois). Pour adapter *A. cherimolia* au climat tropical, on l'a hybridé avec *A. squamosa*, espèce strictement tropicale. Le fruit, cueilli vert, peut supporter le transport. On l'a considéré comme le plus fin des fruits subtropicaux.

Aucun autre genre d'Anonacées ne semble produire des fruits aussi appréciés que les *Anona*. Quelques *Uvaria*, cependant, sont comestibles quoique de « minime valeur » (Bois) : *Uvaria Burahol*, *U. cordata*, *U. zeylanica* : *U. dulcis* de Birmanie et de Malaisie serait cultivé à la Jamaïque (Morris, 1880). On ne cultive pas l'*U. Ridleyi* de Pahang : ses fruits, bien qu'à pulpe sucrée, sont trop petits ; les indigènes consomment aussi ceux de l'*U. Dac* du Cambodge. Quelques espèces, fort répandues en Indochine, possèdent, d'après Poilane, des baies comestibles : *Polyalthia cerasoides*, *P. evecta* var. *intermedia* et var. *baochianensis*, *P. Jenkinsii*, *P. suberosa*, *Uvaria macrophylla*, *U. purpurea* (1) dont la grappe pèse au moins 2 kg., *Artabotrys brevipes*.

Les nègres de l'Amérique du N. et du centre mangent l'Asiminier (*Asimina triloba*), peu prisé des blancs ; on cultive cette espèce dans quelques jardins botaniques d'Europe. Les fruits d'*Anonidium Mannii*, gros comme la tête, aigrelets et sucrés seraient meilleurs que certaines Anones (A. Chevalier, 1913, p. 344).

Les graines aromatiques servent parfois de condiment : celle du *Xylopia aethiopica* («Poivre de Guinée »), à goût piquant rappelant le gingembre et le poivre, fut consommée en Europe avant l'introduction du Poivre noir. Les *X. frutescens*, *X. sericea*, *X. undulata*, *Desmos chinensis*, *Unona undulata* s'utilisent également comme le poivre. La Muscade de Calebasse (ou de Calabash) n'est autre que la graine du *Monodora myristica* d'Afrique occidentale, et peut remplacer la noix muscade. L'écorce du *Xylopia aethiopica*, mêlée au vin de Palme, donne une substance amère et enivrante.

Les Anonacées font partie de la pharmacopée de toutes les régions tropicales. Les infusions d'écorce ou de feuilles de quelques espèces guérissent, dit-on, rhumatismes et maux d'estomac, cicatrisent les plaies, servent dans le traitement des abcès (*Asimina triloba*), contre le choléra (*Artabotrys suavcolens*), et comme stimulant et fébrifuge (*Xylopia frutescens*, *X. brasiliensis*). Certains fruits semblent très astringents (*Anona reticulata*). Au Mexique, on utilise les graines des *A. reticulata*, *A. glabra*, *A. cherimolia* comme émético-cathartiques, astringents et insecticides. *Xylopia longifolia*

(1) Poilane écrit sur l'étiquette d'un de ses échantillons d'*U. purpurea* : « son nom (indigène) signifie banane des Civettes de Chine, à cause de la consommation qu'en font ces animaux ».

Source : MNHN, Paris

remplace le Quinquina. Les Malais préparent avec le *Cananga odorata* une pommade (dorribori) qui prévient et guérit les fièvres. En Indo-Chine, l'écorce et les jeunes feuilles écrasées de *Polyalthia cerasoides* fournissent un remède contre la gale (Poilane) (1).

Les fleurs, parfois très odorantes, servent en parfumerie : celles de l'*Artabotrys odoratissimus* par exemple, ou du *Cananga odorata* qui renferment une essence à odeur de Narcisse connue sous le nom d'essence d'Y lang-Y lang.

L'écorce des rameaux d'*Anona reticulata* donne de bonnes fibres ; feuilles et jeunes rameaux s'emploient pour le tannage. *Anona squamosa* fournit aussi des fibres de première qualité. L'écorce du *Polyalthia corticosa* permet de faire des liens très résistants et serait peut-être, d'après Crévost et Lemarié, intéressante pour la papeterie.

Les Indochinois utilisent le bois des Anonacées pour faire des pilotis (*Polyalthia Harmandii*), des colonnes, des manches d'outils (*P. Jenkinsii*), des manches de fouet très flexibles, des brancards, des chevilles, des arcs (*Popowia aberrans*). Les beaux fûts de 18 à 20 m. du *Polyalthia jucunda* fournissent un bois blanc et léger, mais souvent attaqué par les Termites, qui ne peut servir que pour les travaux non en contact avec le sol (Poilane). *Polyalthia Thorelii* offre un bois de première qualité, « l'une des meilleures essences de la Cochinchine » (Poilane). Enfin, quelques espèces ornementales sont introduites dans les jardins : au Cambodge, par exemple, *Artabotrys intermedius*, belle liane atteignant 20 m., est parfois formée en tonnelle (Poilane). *Polyalthia longifolia*, aux Indes, arbre d'avenue à croissance rapide et feuillage dense semble, écrit Watt, l'un des arbres d'alignement les plus élégants.

Aucune Anonacée ne possède des semences anémochores, bien que celles-ci puissent être poussées plus ou moins loin par le vent. Les hydrochores semblent très peu nombreuses. Par contre, les animaux jouent certainement un rôle important dans la dissémination, mais les Anonacées zoochores, transportées parfois très loin, restent sur leur continent ou île d'origine. L'introduction anthropogène est évidente pour certaines espèces : si la présence en Indochine de quelques plantes introduites par le commerce ou les transports (2) paraît possible, celle de quelques plantes cultivées (3) ou simplement introduites (4) est indéniable.

Si ces moyens de dissémination peuvent aider à comprendre certaines ré-

(1) A notre connaissance, Poilane n'a rien publié : les indications données ici sous son nom proviennent de ses étiquettes manuscrites jointes aux échantillons qu'il a récoltés.

(2) Thellung a créé une terminologie spéciale à la classification des plantes introduites. Debray (M.) et Senay (P.) l'ont résumée et employée *in* : Etude de la flore adventice du Havre et des environs, Soc. Linn. Seine mar., janv. 1932, n° 1, pp. 34-35. Les plantes introduites par le commerce et les transports se nomment « Comidochorophytes » (Debray et Thellung).

(3) « Ergasiophytes » de Thellung.

(4) « Ergasiolipophytes » de Thellung.

Source : MNHN, Paris

partitions, ils ne suffisent pas, dans la plupart des cas, à justifier la présence de genres et d'espèces sur des continents différents ou des territoires fort éloignés les uns des autres et séparés par de larges bras de mer. Seule, l'étude des connexions terrestres au cours des temps géologiques permettra d'expliquer les aires occupées par les Anonacées.

STRUCTURE ET CLIMAT DE L'ASIE

L'Asie présente une série de boucliers anciens : au S. l'Arabie et l'Inde péninsulaire (partie de l'ancien continent du Gondwana), formées de complexes précambriens métamorphisés sur lesquels se sont déposés des sédiments, actuellement encore conservés dans des dépressions témoignant des variations de niveau des blocs anciens. Au N.-N.E. ces plateaux se terminent sous les alluvions de la vallée du Tigre et de l'Euphrate pour l'Arabie, de la plaine Indo-Gangétique pour l'Inde.

Au N. existe le bouclier sibérien, au S.-E. le bouclier sinomalais : Chine du nord et de l'est, Indochine méridionale, Bornéo.

Des domaines géosynclinaux séparent ces blocs; d'autre part, des chaînes plissées au moment des grands mouvements alpins du tertiaire séparent les plateaux du N. et du S. : montagnes d'Asie mineure, d'Arménie, de Perse, d'Afganistan, du Beloutchistan, chaîne de l'Himalaya, chaînes de Birmanie et montagnes de la Malaisie. Les sédiments primaires et secondaires ont été surélevés par des mouvements calédoniens, armoricains et hercyniens et des mouvements mésozoïques.

Les climats de l'Asie. — La diversité des climats résulte des dimensions du continent asiatique, de sa structure (présence de hauts plateaux et de chaînes de montagnes élevées), et de l'existence de vents périodiques : les moussons. En hiver, le centre et le N. de l'Asie se refroidissent : éloignés de l'influence de l'océan Indien, ils subissent celle de l'Arctique gelé. Les couches d'air froid et lourd déterminent au-dessus du désert de Gobi un centre de haute pression. De ce centre partent des vents secs soufflant dans toutes les directions. Vers le S., l'Himalaya les arrête. Sur l'Inde, existent cependant des vents semblables, ayant leur origine dans un centre de haute pression situé au-dessus des plaines du Pendjab : ils soufflent toujours secs puisqu'ils se dirigent vers la mer sans avoir traversé de nappes d'eau. Des vents dus aux cyclones apportent des chutes de pluie au Japon, sur le centre et le S. de la Chine, la côte d'Indochine, les Philippines et Ceylan. Ailleurs, l'Asie reste pratiquement sans pluie pendant l'hiver.

En été, le continent asiatique s'échauffe graduellement. Les vents soufflant vers l'extérieur deviennent de plus en plus faibles : avril et mai n'ont que de faibles brises. Puis, brusquement, la mousson d'été souffle violemment de l'extérieur vers l'intérieur de l'Asie. Au N.-W. de l'Inde, une zone de basse pression, où l'on signale les plus hautes chaleurs du monde, détermine aussi

Source : MNHN, Paris

sur l'Inde une mousson d'été violente. En Chine, la mousson se dirige vers le centre situé à l'intérieur de l'Asie au-dessus du plateau central. Les vents sont donc moins violents que dans l'Inde. Ainsi il existe : aux Indes une mousson d'hiver faible, une mousson d'été forte, en Chine une mousson d'hiver forte, une mousson d'été faible.

Les types de climats de l'Asie. — L'Asie, occupant en latitude une étendue considérable, présente des types très variés de climats, depuis le climat équatorial jusqu'au climat tempéré, puis froid. Seuls, le S. et le S.-E. nous intéressent ici. Dans ces régions, deux types de climat existent :

1° Le climat équatorial : il règne de part et d'autre de l'équateur entre 5° de latitude N. et 5° de latitude S. Sa limite septentrionale passe au S. de la péninsule malaise, et, avec quelques modifications, jusqu'à Ceylan. Il est caractérisé par les faibles variations de température au cours de l'année (moins de 5° de différence entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid), et entre le jour et la nuit. L'humidité reste constante, la température pas très élevée.

2° Le climat tropical : il s'étend jusqu'à l'isotherme moyenne annuelle de 20° C., donc sur l'Inde, l'Indochine, le S. de la Chine. On distingue trois saisons : *a*) une saison froide, de novembre à fin février, avec peu de pluies ; *b*) une saison chaude de fin février à mi-juin, sans pluie ; *c*) une saison pluvieuse de mi-juin à fin octobre, avec pluies abondantes. Les écarts de température, plus importants que dans la région équatoriale, restent cependant faibles dans les régions soumises à l'influence de la mer. Les chutes de pluie sont abondantes (Bombay : 1 m. 80, Delhi : 0 m. 70, Hongkong : 2 m. 30, Huê : 2 m. 60). Par contre, dans le centre de basse pression du N.-W. de l'Inde, les vents arrivent pratiquement secs et on signale, par places, moins de 12 cm. 5 de pluie par an.

3° Les climats de la Chine : *a*) pendant l'hiver, le centre et le N. reçoivent la mousson froide venant du centre de l'Asie. Par suite de l'arrêt de la mousson d'hiver par l'Himalaya, le climat de l'Inde diffère beaucoup de celui de la Chine ; *b*) le S. de la Chine, au contraire, appartient encore à la zone tropicale.

La végétation : A ces divers climats, correspondent des flores différentes. On peut considérer, dans la région qui nous intéresse : 1° la flore de la région tropicale où les forêts se composent de grands arbres verts à bois dur, nullement gênés jusqu'à 1.600 m. par la diminution de température ; 2° la flore de la région de mousson variant suivant l'abondance des chutes de pluie. S'il tombe plus de 2 m. de pluie par an, c'est la forêt toujours verte, à peu près du type équatorial. De 1 à 2 m. de pluie, croît la forêt de mousson dont les arbres à bois dur perdent leurs feuilles pendant la saison chaude et sèche. De 1 m. à 0 m. 75, existent déjà des arbres épineux. Au-dessous de 0 m. 50 c'est le demi-désert.

Les Anonacées vivent dans ces deux zones de végétation : équatoriale et tropicale de mousson.

Source : MNHN, Paris

STRUCTURE ET CLIMAT DE L'INDOMALAISIE

Nous distinguons : 1° l'Inde (péninsulaire et nord-orientale) ; 2° le domaine secondaire (Malaisie britannique, Siam, Indochine et S. de la Chine) ; 3° le domaine tertiaire (une partie de la Birmanie, îles de la Sonde, Bornéo, Célèbes, Philippines).

I. L'Inde.

L'Inde péninsulaire, fragment de l'ancien continent de Gondwana, se compose d'un massif ancien stable dont le centre (Deccan) apparaît comme un vaste plateau découpé par l'érosion. A l'E. et à l'W., des plis montagneux constituent les Ghâtes orientales et occidentales.

La partie la plus importante nous semble la région montagneuse de l'E. : de longues chaînes parallèles séparées par des vallées, forment un arc de l'extrême N.-E. de l'Inde jusqu'au S. de la Birmanie vers le cap Negrais (Patkoi Hills, Naga Hills, Louchai Hills, Tchittagong Hills, Chin Hills, Arakan Yoma). Ces montagnes séparant l'Assam de la Birmanie, appartiennent, semble-t-il, aux plissements alpins.

Dans l'Assam, un groupe montagneux comprend les Khasi, Djantia, Garo Hills enfermant un vaste plateau qui atteint 2.000 m. vers Chillong. Cette région, se trouvant sur le passage de la mousson, reçoit d'abondantes chutes de pluie et les pentes se recouvrent en partie de forêts toujours vertes de type équatorial.

Dans l'Inde existent trois saisons :

1° La saison froide d'octobre à fin février pendant laquelle la mousson venant des plaines du N.-W. détermine une saison sèche. Cependant, le S. de l'Inde péninsulaire et Ceylan, soumis à la mousson du N.-E. qui a traversé le golfe du Bengale, reçoivent d'abondantes chutes de pluie.

2° La saison chaude du début de mars à mi-juin, pendant laquelle le soleil, vertical au-dessus de l'Inde, donne des températures élevées. L'air est sec, les variations diurnes importantes.

3° La saison pluvieuse, de mi-juin à fin septembre : alors, la mousson souffle de l'extérieur. Les vents, passant au S. de la Péninsule, traversent le golfe de Bengale, arrivent au-dessus de la Birmanie, des chaînes de l'E. et de l'Assam, puis tournent vers l'W. suivant la vallée du Gange. Les pluies sont si abondantes qu'on ne trouve guère de différence entre une carte de répartition des pluies pendant la saison pluvieuse et une carte des moyennes annuelles.

Aussi, dans les différentes parties de l'Inde, suivant la quantité de pluie annuelle observe-t-on : la forêt toujours verte, la forêt de mousson, ou bien des étendues couvertes de broussailles, et parfois même le semi-désert ou le désert.

Source : MNHN, Paris

Les régions où croissent les espèces équatoriales et tropicales (comme les Anonacées) sont : la côte W. de l'Inde péninsulaire et de Ceylan, le N.-E. de l'Inde (Bengale, Assam et Tchittagong), la région montagneuse séparant l'Assam de la Birmanie.

II. Le domaine secondaire.

La terminaison sud-orientale de l'Asie émergea définitivement au Secondaire. On peut donc distinguer un *domaine secondaire* qui, d'après Blondel, « comprend la terre ferme, sauf la Birmanie, c'est-à-dire la Malaisie britannique, le Siam, l'Indochine et le S. de la Chine. De ces quatre pays, seules la Malaisie et l'Indochine sont assez étudiées pour qu'on puisse en parler avec détails. Mais l'extrême analogie de leurs géologies laisse à penser que les deux autres pays doivent présenter des caractères un peu analogues et tout spécialement le Siam, pays intermédiaire ».

La mer tertiaire n'a pas recouvert cette région : avec les affleurements primaires, secondaires, se montrent un peu de tertiaire continental, des alluvions quaternaires et du granit. Blondel met en évidence l'existence de deux masses primaires, l'une à l'W. le long de la frontière Birmanie-Siam, l'autre au N.-E. sur le Kwang-si et le Kwang-tung. Entre les deux, une masse secondaire, resserrée au N.-W. s'étend de la Malaisie au Yunnan.

Les régions du domaine secondaire :

A. *La Chine méridionale*. — Elle se compose de trois régions naturelles :

a. Le Yunnan à l'W., formé de plateaux inclinés N.-W. S.-E. découpés par de profondes vallées et dépassant au N.-W. une altitude de 4.000 m. Le Yunnan présente la même série stratigraphique que l'Indochine mais le Primaire y est plus important. Cet ensemble se trouve plissé ; les mouvements hercyniens et himalayens se superposent mais les derniers sont, d'après Deprat, les plus grandioses.

La situation du Yunnan dans la région tropicale et son altitude s'associent pour lui donner un climat très salubre. L'hiver, grâce à l'insolation, les journées restent tièdes ; l'été, l'altitude et les pluies modèrent la chaleur tropicale. Les vents du N.-W., venant de l'Asie centrale, sont secs. Par contre, ceux du N.-E. apportent un peu de neige sur les sommets.

b. Le bassin du Si Kiang (Région Kwang-si, Kwang-Tung). L'âge des affleurements, la présence de masses de granit et de Tertiaire lacustre, font penser que le Kwang-tung, au Carbonifère, était déjà émergé.

c. La zone côtière, d'aspect assez triste, présente des croupes de granit presque sans végétation, balayées par les vents violents. L'îlot de Hongkong est aussi formé de granit et de basalte. Haïnan, fragment du continent, séparé seulement de la terre ferme par un détroit de 16 km. de large et très peu profond, possède des montagnes parallèles à la côte chinoise ; les côtes,

Source : MNHN, Paris

mais surtout les massifs intérieurs ont d'épaisses forêts, car l'île, soumise à l'action des deux moussons, reçoit des pluies abondantes.

Dans toute la Chine méridionale, le climat ne paraît pas nettement tropical. Les hivers sont marqués. A Canton, au moment de l'arrivée des vents polaires et des courants des mers boréales, on signale des gelées nocturnes; la moyenne de janvier atteint seulement 12°6 (Pour Calcutta, à la même latitude, la moyenne s'élève à 18°4 pour le mois le plus froid). Par contre, les étés deviennent tropicaux, avec une moyenne de 28°2 en juillet, un peu inférieure seulement à celle de Calcutta. La mousson détermine d'abondantes chutes de pluie : 1 m. 70 par an à Canton, plus de 2 m. dans le bassin du Si-Kiang.

De ce climat résulte une végétation où les deux types tropicaux se mêlent aux types tempérés.

B. *L'Indochine.* — Au Trias inférieur, le retrait de la mer jusqu'au Yunnan fait communiquer l'Indochine et l'Inde. A la fin du Trias, une nouvelle régression puis des mouvements orogéniques bouleversent l'Indochine et la font émerger presque tout entière. Ensuite, se déposèrent des grès et schistes continentaux avec lentilles de charbon : au Laos, Cambodge, Siam, les grès du Lias atteignent une épaisseur de 1.000 m.

L'Indochine peut être divisée en 4 parties.

a. *Le faisceau de plis du Tonkin.* — Les granites primaires et secondaires forment dans le Tonkin et le nord-Annam jusqu'à la latitude de Tourane, des bandes en arcs, ayant à peu près la forme de la côte chinoise de la mer de Chine, et se prolongeant peut-être à travers Haïnan. Il existerait en réalité deux bandes, l'une au N. ayant subi l'action des mouvements de la fin du Trias, l'autre plus au S. près du massif central, influencée par les mouvements hercyniens, mais laissée intacte par les mouvements secondaires ou plus récents.

Des terrains primaires et secondaires apparaissent : du Silurien (rare), des schistes et des calcaires dévoniens, du Carbonifère et du Permien avec des granits intrusifs et des épanchements de rhyolites ; au Trias, des schistes et des calcaires. Des gisements houillers (vers Hanoï et Tourane) datent de la fin du Trias ou du Rhétien.

Des mouvements importants amènent du Carbonifère à recouvrir du Trias. Il faut encore noter, au Tertiaire, quelques dépôts lacustres, au Quaternaire la formation du delta du Fleuve Rouge. Les mouvements tertiaires, gauchissant ce pays, en ont fait un plateau incliné vers le S.-E.

b. Le massif central, au S.-E. de l'Indochine, est formé d'un peu de terrain primaire, mais surtout de granit et de terrains cristallins. Sur cet ensemble s'épanchèrent des rhyolites carbonifères et triasiques et des basaltes plus récents, ayant, par décomposition, donné de la terre rouge. Le granit du massif central, semblable à celui du Tonkin et de la Malaisie, mais d'âge inconnu, correspond peut-être à un horst ancien ou bien à un pli semblable

Source : MNHN, Paris

à ceux du Tonkin mais plus érodé et, par suite, montrant un affleurement profond. Il donne, au sud-Annam, un caractère bien spécial.

Voici, d'après SAURIN (1937), comment est constitué le massif sud-annamitique : cette chaîne hercynienne, envahie d'intrusions granitiques, se recouvrit au Moscovien supérieur et à l'Ouralo-Permien de sédiments détritiques discordants, et, au Permien et au Trias, de produits éruptifs. Aucun dépôt ne se produisit ensuite. L'érosion subaérienne aurait tracé elle-même les plateaux étagés composant le massif. Ce massif comprend trois niveaux :

1° Une pénéplaine de 1.000 m., très développée, limitée par un talus abrupt qui la sépare de la Cochinchine, de l'étroite zone littorale et de la dépression du Darlac. On y distingue : *a*, le plateau de Djiring coupé de vallées peu profondes (sauf celle du Haut-Donnaï), couvert de forêts de Pins et de Diptérocarpées. Au S.-E. apparaissent les complexes grésoschisteux de l'anthracolitique. Des nappes basaltiques, atteignant 300 m. d'épaisseur au centre du plateau, sont décomposées en terres rouges en surface. Par places, on note quelques sédiments lacustres (vers le col de Blao et à l'E. de Djiring) ; *b*, le plateau de Rlangdja qui continue vers le N. le plateau de Djiring ; *c*, le talus coupé au S. et à l'W. de vallées profondes qui tendent à le diviser en montagnes isolées. Il domine la région littorale de 800-900 m. Au N., la pénéplaine dessinant une ondulation synclinale, se raccorde au plateau du Darlac. A l'E. (région du Haut Khanh-hoa), apparaît une ondulation semblable.

2° Une pénéplaine de 1.500 m. constituant principalement le plateau de Dalat avec une végétation de forêts-clairières, et, dans les ravins humides, de forêts denses. Des nappes de basaltes recouvrent le plateau, en surface décomposées en terre rouge. Par places, des éluvions se recouvrent de latérite ou d'argiles sableuses, de graviers, de sables argileux et de dépôts récents.

3° Les sommets : « toutes les hauteurs qui s'élèvent au-dessus de la pénéplaine de 1500 m. appartiennent à des talus résiduels ou à des vestiges de cet ancien niveau des crêtes érodées de façon plus complexe. Par leur situation au-dessus des surfaces d'érosion plus récentes, ces vestiges représentent l'élément le plus ancien du relief néogène ». (SAURIN 1937.)

En résumé, cette région n'apparaît pas comme le prolongement de la chaîne annamitique et Edmond SAURIN (1935) écrit : « L'identité des terrains sédimentaires ou éruptifs qui se trouvent dans toutes les parties du massif sud-annamitique et les particularités de sa structure lui confèrent une originalité propre et en font une unité géographique et géologique bien différente des régions du centre Annam et surtout de la chaîne annamitique proprement dite du nord-Annam, laquelle s'ennoie sous la mer au nord du parallèle de Tourane ».

c. La région des grès continentaux et le quaternaire du Cambodge et de Cochinchine s'étendent au N.-W. et à l'W. du massif central, et, au Siam, sur le bassin de la Sémoun. Ces grès, d'âge inconnu, surélevés, atteignent au moins 1.000 m. d'épaisseur.

L'ancien delta du Mékong correspond à une partie du Cambodge actuel

Source : MNHN, Paris

et à la pointe terminale de la Cochinchine. Des alluvions l'ont comblé ; des mouvements récents ont relevé ces alluvions et ont fait, de la région des lacs, une terre ferme.

D'après BLONDEL, l'histoire des grès continentaux serait peut-être analogue à celle des alluvions.

d. La région des rides de l'Ouest. Elle débute dans le haut Laos, comprend au Siam les chaînes qui entourent le bassin de la Sémoun et se termine au S. par les chaînes du Cambodge. Ces chaînes cambodgiennes comprennent : la chaîne des Cardamomes atteignant 1.200 m., de direction parallèle à la presqu'île de Malacca, puis la chaîne calcaire de l'Eléphant.

La tectonique de l'Indochine peut donc se résumer ainsi : au Tonkin, deux périodes de mouvements ; la première à la base du Carbonifère, la seconde à la fin du Trias. Celle-ci amena l'émersion de toute la région. Au Tertiaire, toute la masse a été gauchie, surélevée par des mouvements alpins, ici « plis de fond » qui, sans doute, occasionnèrent un réseau de fractures comme celle du Fleuve Rouge au Tonkin. « Peut-être, toujours d'après BLONDEL, le bombement auquel nous devons l'affleurement du massif central de l'Indochine, n'est-il qu'un signe de ces vastes plis de fond dont le corollaire aurait été la large dépression voisine où se sont entassés les grès continentaux du Laos, du Siam et du Cambodge. »

L'importance du climat de l'Indochine nécessite une étude détaillée : il fait l'objet d'un chapitre spécial.

C. *Le Siam.* — La région orientale (bassin de la Sémoun) constituée de grès continentaux est fermée à l'E. par les rides occidentales de l'Indochine. Plus à l'W., se trouve le bassin de la Ménam, puis une chaîne séparant de la Birmanie le bassin de la Ménam, et possédant des terrains primaires et triasiques ainsi que du granit.

Le bassin de la Ménam a une assez forte pluviosité, car il s'ouvre sur le golfe de Siam ; celui de la Sémoun, abrité par le plateau de Dangrek, reçoit beaucoup moins de pluie et ne porte guère que des savanes et des steppes.

D. *La Malaisie britannique.* — Elle présente deux lignes importantes, de direction presque N.-S. : à l'W. la « coulisse du Kerbau » granitique, en forme d'arc convexe vers l'W., et qui se prolongerait dans l'île de Bangka ; à l'E., la « Coulisse de Tahan » en quartzite triasique.

L'Indochine et la Malaisie se ressemblent à beaucoup de points de vue, mais la Malaisie possède de véritables chaînes, tandis que l'Indochine montre des plateaux plus ou moins disloqués.

Au S. de la Malaisie règne un climat équatorial ; vers le N., une saison humide et une saison sèche s'accentuent peu à peu. La côte occidentale reçoit la mousson de l'Inde, la côte orientale, celle du N.-E. Partout, croît la grande forêt toujours verte à nombreuses espèces

E *La Birmanie* — Bien qu'elle n'appartienne pas tout entière au domaine

Source : MNHN, Paris

secondaire, au point de vue géographique il est difficile de séparer la Birmanie du reste de la péninsule indochinoise. Trois régions sont à considérer :

a. Les Etats shans et le Ténasserim, seule région qui puisse être placée dans le domaine secondaire. Elle fait suite au Yunnan, à l'Indochine, au Siam, à la Malaisie. Les terrains sédimentaires datent du Primaire. Deux taches de terrains secondaires s'observent.

b. Au centre, la vallée de l'Irrawady.

c. La chaîne de l'Arrakan, sépare la Birmanie de l'Inde, descend jusqu'au cap Negrais, se continue dans les Andaman et Nicobar.

Le climat de la Birmanie peut se comparer à celui de l'Inde. L'Arrakan et le Tenasserim reçoivent beaucoup de pluie. Le Tenasserim, plus proche de l'équateur, présente une saison sèche plus courte. La forêt tropicale toujours verte, couvre les régions les plus arrosées. Ailleurs, la forêt de mousson se développe. Dans les rares endroits très secs, c'est le semi-désert.

III. Le domaine tertiaire.

Il englobe une partie de la Birmanie, Sumatra, Java, Bornéo, les îles de la mer de Banda, Célèbes, les Philippines.

Au cours du Tertiaire, la mer recouvrait en partie toutes ces îles, sauf, cependant, les régions où affleurent actuellement les terrains prétertiaires qui devaient faire saillie dans la mer tertiaire. Ces terrains bien représentés à Bornéo, le sont à peine aux Philippines et à Java, et correspondent, à Sumatra, à l'axe de la chaîne actuelle ; à Célèbes, ils contiennent des granits intrusifs secondaires.

Les terrains tertiaires (éogènes et néogènes) occupent une très grande surface dans toutes les îles : à Bornéo, par exemple, ils représentent les 2/3 de la superficie.

Des étendues quaternaires existent surtout sur la côte N.-E. de Sumatra, au S. de Bornéo, sur la côte N. de Java, et à Luzon.

D'après Molengraaf, la plateforme de la Sonde, exondée à la fin du Tertiaire et au début du Quaternaire, fut recouverte en partie par la mer. Seules, apparaissaient quelques îles plus réduites qu'à l'époque actuelle. Peu à peu, la mer se retira, et, à notre époque encore, la mer de Chine reculerait lentement. Tout ce domaine a subi des déplacements verticaux au début du Crétacé, au début et à la fin du Tertiaire.

A la fin du Tertiaire ou peut-être au début du Quaternaire, le volcanisme se manifesta, surtout à Bornéo et à Célèbes. Une série de volcans jalonne l'axe de Sumatra, de Java, la mer de Banda, le N. de Célèbes, et arrive jusque dans les Philippines.

Dans l'archipel malais règne un climat équatorial. L'équateur traverse Sumatra, Bornéo, Célèbes et les Moluques. Le climat est chaud : à Batavia, situé à 6° de latitude S., la moyenne atteint 25°9 avec des oscillations ne dé-

Source : MNHN, Paris

passant guère 1° ; à Palambang, par 2°5 de latitude S., la moyenne annuelle dépasse 27° avec à peine un degré d'oscillation.

Les Philippines appartiennent à la région tropicale ; la température s'élève encore à 26°4 à Manille, mais l'écart atteint presque 4°. Les saisons s'accusent, non par la température, mais par les pluies ; la mousson d'été, soufflant du S.-E., assez sèche, n'arrose guère que les côtes méridionales, mais la mousson d'hiver, venant du N.-E., très humide, apporte de fortes pluies. Toute la région se trouve donc abondamment arrosée. Ainsi Buitenzorg, à 280 m. d'altitude, reçoit près de 4 m. 50 de pluie, Manille encore près de 2 m. Des vents locaux violents troublent parfois le régime des moussons. Les Philippines, en particulier, subissent l'action des typhons produisant, surtout dans le N., de véritables catastrophes.

La chaleur, l'humidité, l'existence de terrains volcaniques expliquent l'exubérance de la végétation. La forêt domine, élevée, dense, avec des lianes, des fourrés : c'est la forêt toujours verte.

IV. Le domaine quaternaire.

Il comprend quelques alignements d'îles occupant la mer de Banda jusqu'à la Nouvelle-Guinée. Deux périodes de mouvements caractérisent la tectonique de ce domaine : l'une récente, l'autre, du Crétacé au Tertiaire.

CLIMAT DE L'INDOCHINE

Vents. Pluie. — Le climat de type tropical simple dans l'hémisphère N. est caractérisé par le rapprochement, vers le solstice d'été, des époques des maxima de température lorsqu'on se déplace de l'équateur vers le tropique du Cancer. De même les deux périodes de pluie se rapprochent, puis se confondent en une seule saison pluvieuse d'été s'opposant à une saison sèche d'hiver.

Tout le S. de l'Asie se trouve sous la dépendance des moussons, vents périodiques qui accentuent le type tropical simple. Pendant l'hiver, un anticyclone centrifuge et soufflant dans le sens des aiguilles d'une montre, arrive avec une direction N.-E. sur la côte méridionale de la Chine, le golfe du Tonkin, la côte d'Annam, le S. de l'Indochine, le golfe du Bengale, jusque vers l'équateur en passant au-dessus de l'océan Indien. Cette mousson d'hiver détermine une saison sèche. Pendant les mois de novembre et décembre et même au début de janvier, arrivent, dans le golfe du Tonkin et sur le versant oriental de la chaîne annamitique, les vents les plus forts venant du N.-E.

Sur le versant occidental de la chaîne et dans la vallée du Mékong, la mousson d'hiver s'affaiblit. Vers la fin de janvier, son intensité décroît rapidement sur toutes les régions.

Si la mousson d'hiver souffle nettement du N.-E. sur les côtes du Tonkin et du nord-Annam, elle subit, en raison de la présence de la chaîne annami-

Source : MNHN, Paris

tique, une déviation importante. Elle souffle du N., puis du N.-W. sur les côtes du centre-Annam, de nouveau du N. au S. de l'Annam, et reprend sa direction d'origine N.-E. en Cochinchine.

En été, un mouvement cyclonique centripète soufflant en sens inverse des aiguilles d'une montre, vient de la mer vers la terre, avec une direction S.-W. et détermine une saison pluvieuse. Ce régime de mousson d'été reste toujours très régulier sur le versant occidental de la chaîne annamitique et dans les plaines situées à l'W. de cette chaîne.

La présence de massifs montagneux joue un rôle important dans les précipitations atmosphériques. Si la mousson humide rencontre une chaîne de montagnes, un mouvement ascendant de l'air, très rapide, a lieu, et, par détente, une chute de pluie abondante se produit. Or, la mousson se heurte à la chaîne annamitique. Le versant occidental exposé directement á la mousson d'été se trouve abondamment arrosé, et le versant oriental abrité. Cependant, en hiver, et particulièrement d'octobre à novembre, des chutes de pluie apportées par la mousson d'hiver se produisent sur ce versant oriental et sur la bande littorale.

En général, la mousson d'hiver souffle du N.-E. sur toute la péninsule avec, cependant, une déviation sur les côtes de l'Annam, et la mousson d'été souffle du S.-W.

Cependant, dans le N. de l'Indochine, des perturbations telles que la formation d'une dépression sur le Tonkin, le Laos septentrional, et le nord-Annam, troublent plus ou moins le régime. D'autre part, des typhons et des dépressions océaniques produisent des perturbations dans le régime des vents. Souvent, sur les côtes d'Indochine, les cylones qui évoluent non loin des côtes, ou les typhons lointains, dirigent les vents. Ils arrivent même sur le golfe du Tonkin, à dévier la mousson vers l'W. De plus, les « vents du Laos », vents brûlants, soufflant avec force à travers les couloirs de la chaîne annamitique, ont une influence locale parfois fâcheuse. Voici quelques exemples de stations où, pour des causes locales, les vents sont déviés : à Quang-Tri, Dong-hoï, Vinh, les vents d'été soufflent du secteur W. ; à Paksé, un massif situé au S. et au S.-W. dévie la mousson d'été.

En toute saison, la violence des vents balayant l'Indochine est á redouter : elle peut briser les arbres, arracher les jeunes plants. Souvent, pendant la saison sèche, ils soufflent toute la journée, provoquant une évaporation intense chez les végétaux. Or, ces vents d'E. passent de l'Annam au Laos en soufflant en véritables courants d'air à travers les couloirs bas, comme le col d'Ailao, qui font communiquer ces deux régions. Non seulement ils soufflent secs (puisqu'ils ont déjà perdu l'humidité qu'ils possédaient), sur une région sèche, mais constants et violents, ils agissent aussi mécaniquement en usant les tiges au collet.

Les régions les plus arrosées reçoivent plus de 4 m. de pluie par an :

1° le littoral du golfe de Siam (et surtout monts des Cardamomes et chaîne de l'Eléphant) ;

Source : MNHN, Paris

2° Le massif de Dalat dans l'extrême sud-Annam ;

3° Quelques massifs (massif de Paksé) dans le centre-Annam.

Autour de ces régions, on note des hauteurs de pluie de 3 m. 5. Paksé, et la partie N. du golfe du Tonkin reçoivent 2 m. 5 à 3 m. Les chutes de pluie n'atteignent que 0 m. 5 à 1 m. dans une grande partie du Cambodge et de la Cochinchine, et sur les plateaux siamois au S. de Vientiane.

Température. — Des différences de température importantes existent entre le N. et le S. de l'Indochine, car le pays est très étendu en latitude : à Saïgon, à 10°47' de latitude N., la température moyenne annuelle atteint 27°6, à Hanoï, à 21°02' de latitude N., on note seulement 23°9.

L'extrême S. de l'Indochine présente un climat de type équatorial. Le Cambodge et la Cochinchine jouissent d'un climat tropical ; mais quelques caractères du régime équatorial subsistent encore. A Nhatrang, le climat devient franchement tropical. Plus au N., il n'existe qu'un maximum de température vers le solstice d'été et un minimum après le solstice d'hiver. Au Tonkin, le climat reste encore nettement tropical, mais la saison d'hiver est froide.

La température varie aussi suivant l'altitude. Les différences sont notables en Indochine, où l'on passe assez rapidement de la plaine aux plateaux, et aux montagnes atteignant 3.000 m. Sur les hauts plateaux de Lang-bian, de Tran-ninh, la température descend à 0°.

Précisons ces données générales par quelques chiffres empruntés au travail de E. Bruzon et P. Carton (1930).

1° Cochinchine-Cambodge. — Si l'on compare les températures prises à Saïgon et à Pnom-Penh, on constate que la Cochinchine et la vaste plaine cambodgienne jouissent d'un climat toujours chaud et à peu près semblable pour ces deux régions.

	Saïgon	Pnom-penh
moyenne annuelle.....	27°6	27°4
moyenne mensuelle la plus élevée (avril).....	29°7	28°9
moyenne mensuelle la plus basse (décembre) ...	26°	25°6

2° Annam. La grande extension en latitude et le relief varié permettent de considérer plusieurs stations.

a. Sur le littoral annamitique on relève les moyennes suivantes :

	Nhatrang	Hué	Vinh
moyenne annuelle.....	26°7	25°2	24°5
moyenne mensuelle la plus élevée	28°8 (août)	29°3 (juillet)	30°1 (juin)
moyenne mensuelle la plus basse	24°2 (janvier)	20°5 (janvier)	18°5 (janvier)

Donc, du S. au N., la moyenne annuelle diminue et l'écart entre les températures extrêmes croît.

Source : MNHN, Paris

b. Dans les montagnes, à latitude égale, la température varie avec l'altitude. Ainsi les moyennes relevées à Nhatrang peuvent être comparées avec les moyennes établies pour Hou-ba à 1.500 m. d'altitude :

	Hou-ba
moyenne annuelle	17°4
moyenne mensuelle la plus élevée	19°9 (juin)
moyenne mensuelle la plus basse	13°9 (janvier)

3° Laos. La vallée du Mékong se trouve isolée des influences marines par la chaîne annamitique et les masses montagneuses du Haut-Laos et du Haut-Tonkin. Son climat a donc un caractère plus continental : au cours de chaque mois, les écarts de température sont plus accentués que dans l'Annam.

La température s'abaisse progressivement et les amplitudes augmentent à mesure que la latitude croît. Le tableau suivant permet de le constater :

	Paksé	Savannakhet	Vientiane	Luang-prabang
moyenne annuelle	26°5	25°4	25°4	25°3
moyenne mensuelle la plus élevée	28°6	29°4	28°2	28°5
moyenne mensuelle la plus basse	24°4	22°7	22°	21°6

Savannakhet se trouve dans des conditions tout à fait spéciales : elle se place à l'extrémité du couloir large et peu élevé qui coupe la chaîne de l'Annam ; d'autre part, la mousson d'été lui arrive après avoir traversé les plaines chaudes du Siam sans rencontrer d'obstacles.

A latitude égale, la température est moins élevée sur les plateaux que dans la plaine. Sur le plateau des Boloven, en mars-avril, les vents du S.-W. dominent, la chaleur devient pénible pour l'homme ; en septembre-octobre, les vents s'apaisent, une nébulosité intense se produit. Mais vers la fin d'octobre, la mousson du N.-E. commence à souffler, l'atmosphère s'éclaircit et l'humidité diminue.

4° Tonkin. On note une moyenne annuelle relativement basse, une amplitude moyenne annuelle assez forte :

	Hanoï	
moyenne annuelle	23°9	
moyenne mensuelle la plus élevée	29°2	(juin)
moyenne mensuelle la plus basse	17°2	(janvier)

Le delta possède une température voisine de celle du Nord-Annam et de celle des vallées de la haute région. Mais, sur les plateaux et les hauts sommets, l'hiver devient rigoureux ; on peut observer des températures inférieures à 0°. Citons celles de Chapa à 1640 m. d'altitude, près de la frontière chinoise :

moyenne annuelle	15°3
moyenne mensuelle la plus élevée	20°4
moyenne mensuelle la plus basse	8°3

Source : MNHN, Paris

Comme le climat, la végétation de l'Indochine est variée. Elle conserve dans les régions basses un caractère tropical qui se maintient jusqu'à une altitude moyenne, puis cède la place à une végétation de type tempéré dans les régions plus élevées.

RELATIONS INTERCONTINENTALES

1° Relations entre l'Asie et les autres continents.

Les Phanérogames apparurent au cours de l'ère secondaire et, en particulier, les Anonacées seulement au Crétacé. Aussi, l'histoire des continents n'offre-t-elle d'intérêt, pour notre étude, que depuis cette époque.

1° Union Asie-Afrique. — Madagascar et l'Inde faisaient partie du même continent. Si l'on en croit Wegener, la grande île se trouvait entre l'Afrique et le sud de l'Inde, près de Ceylan. Au Crétacé supérieur, après le Campanien, ce continent, se brisant, aurait flotté dans différentes directions. La rupture Madagascar-Afrique se serait produite avant la séparation Inde-Madagascar, ces deux territoires étant encore soudés à l'Eocène. Cependant, on suppose au Miocène, l'existence d'un détroit de faible largeur. Il faut bien convenir, l'hypothèse de la dérive des continents étant admise ou non, que l'Inde et Madagascar furent en relations très étroites.

2° Union Afrique-Amérique. — Le Brésil et l'W-africain, qui paraissent avoir été unis pendant une longue période, se séparèrent à l'Eocène inférieur ou au Crétacé, suivant les auteurs.

3° Union Asie-Australie. — L'existence d'un continent de Gondwana explique la connexion Inde-Australie. D'autre part, Australie et Nouvelle-Guinée communiquèrent longtemps, car elles appartenaient à la plateforme australienne séparée de la plateforme de la Sonde par le détroit de Macassar : la liaison persistait peut-être à l'Eocène ; il semble bien que la plateforme australienne émergeait encore au Pléistocène.

4° Union Asie-Amérique. — Au Crétacé, une terre septentrionale unissait la Mongolie au Canada ; cette liaison ne semble pas offrir d'intérêt pour l'extension de plantes tropicales. D'après Joleaud, une terre méridionale aurait joint la Malaisie et l'Australie à la Californie et à la Colombie sud-américaine. D'autre part, « une chaîne intermittente de terres insulaires » a pu permettre, de l'Eocène au Miocène, des passages entre Extrême Orient et Amérique septentrionale et centrale. Une seconde « zone continentale pacifique » aurait, au Tertiaire, uni l'Australie, la Nouvelle-Calédonie et la Nouvelle-Zélande à l'Amérique du Sud. L'existence de ces ponts continentaux n'est pas prouvée et bien des auteurs la nient ; il faut alors admettre que l'Asie et l'Amérique n'étaient en relations que par l'intermédiaire de l'Afrique.

Source : MNHN, Paris

2° L'ensemble indo-malais au cours du Tertiaire.

Le S.-E. de l'Asie continentale, émergé au Secondaire, ne fut pas submergé au Tertiaire. Les îles de la Sonde appartiennent à une masse stable, la plateforme de la Sonde, limitée à l'E. par la ligne Wallace passant au détroit de Macassar. La plateforme australienne correspond à une aire stable unissant l'E. de Célèbes à la Nouvelle-Guinée, à Timor et au N. et N.-W. de l'Australie. Entre les deux plateformes se trouve une aire agitée, le domaine de la mer de Banda, comprenant un archipel d'îles qui, d'après MOLENGRAAF, faisait partie d'une masse qui se brisa puis s'éleva au-dessus du niveau de la mer. Au N. de ces terres s'étendent les Philippines.

Au cours de l'ère tertiaire, la plateforme de la Sonde, alternativement émergée et submergée, constitue une aire continentale appartenant à l'Asie, ou supporte un groupe d'îles plus ou moins nombreuses et d'étendue variable. A la même époque, l'W. de Bornéo et l'Indochine pouvaient être en connexion directe. La route Péninsule malaise-Sumatra restait encore ouverte à la fin du Pléistocène. A ce moment, le groupe Palawan-Calamian lié à Bornéo se séparait des Philippines. Donc, pendant une partie du Quaternaire, les îles de la Sonde furent reliées au continent, mais à la fin de la dernière période glaciaire, un mouvement aurait produit une invasion marine déterminant la forme actuelle des rivages.

Plus à l'E., le détroit de Macassar se formait au cours du Tertiaire (au Miocène et peut-être même à l'Eocène). Il a subsisté depuis cette époque, coupant définitivement les communications directes entre Bornéo et Célèbes. Le centre et l'E. de Célèbes étaient probablement réunis aux Moluques au cours de l'Eocène et peut-être au Miocène.

Au cours du Crétacé, et probablement aussi à l'Eocène, les Philippines appartenaient au continent asiatique. Jusqu'à la fin du Pléistocène, il y eut parfois connexion avec d'autres terres : Bornéo au S.-W., Célèbes et les Moluques au S. Peut-être même, les Philippines se trouvaient-elles en relation directe avec la Nouvelle-Guinée.

Au Secondaire, Luzon s'unissait à Formose et à l'Asie sud-orientale, mais, au début du Tertiaire, la liaison fut définitivement brisée. Il existe d'ailleurs une fosse profonde à l'E. de Formose.

Cette étude très sommaire permettra cependant d'indiquer les voies qui, au cours des périodes géologiques, facilitaient la migration des plantes.

Source : MNHN, Paris

II. — RÉPARTITION DES GENRES ET DES ESPÈCES EXISTANT EN INDOCHINE :

étude détaillée genre par genre

INDEX DES ANONACÉES CITÉES SEULEMENT DANS L'ÉTUDE PHYTOGÉOGRAPHIQUE

Anona mucosa Jacq.
A. palustris Linn.
Anonidium Mannii Engl. et Diels.
Artabotrys fragrans S. J.-A.
A. pallens S. J.-A.
Cyathocalyx annamensis S. J.-A.
C. subsessilis S. J.-A.
Cyathostemma longipes Craib.
C. Wrayi King.
Dasymaschalon Evrardii S. J.-A.
D. soolepense S. J.-A.
Goniothalamus grandiflorus Boerl.
G. macrophyllus Hook. et Th.
G. malayanus Hook. et Th.
G. tamirensis Pierre.
G. tapis Miq.
Melodorum glaucescens Hance.
M. Griffithii Hook. et Th.
M. latifolium Hook. et Th.
M. polyanthum Hook. et Th.
M. rubiginosum Hook. et Th.
M. Thorelii Pierre.
M. lonkinense F. et G.
Miliusa bangoïensis S. J.-A.
M. elongata Craib.
Mitrephora Collinsae Craib.
M. Froggatii F. Muell.
M. Heyneana Thw.
M. laotica F. et G.
M. Maingayi Hook. et Th.
M. reticulata Hook. et Th.
Monodora myristica Dun.
Orophea aversa Merr.
O. Cuminghiana Vidal.
O. Harmandiana Pierre.
O. multiflora S. J.-A.
O. polyantha Merr.
O. lonkinensis F. et G.
O. vulcanica Elm.
O. zeylanica Hook. et Th.
Oxymitra obtusata Baill.
Polyalthia Clemensorum S. J.-A.
P. debilis F. et G.
P. floribunda S. J.-A.
P. Laui Merr.
P. modesta F. et G.
P. oligogyna Merr.
Popowia Beccarii Scheff.
P. gracilis S. J.-A.
P. lanceolata Merr.
P. polyandra Merr.
P. polytricha Diels.
Sageraea lanceolata Miq.
Unona undulata Dun.
Uvaria Burahol Blume.
U. cordata Sch. et Th.
U. dulcis Dun.
U. flexuosa S. J.-A.
U. Ridleyi King.
U. zeylanica Lam.
Xylopia aethiopica A. Rich.
X. brasiliensis Aubl.
X. frutescens Aubl.
X. sericea A. St.-Hil.
X. undulata P. de B.

Seuls les genres représentés en Indochine sont étudiés ici. Il faut tout d'abord éliminer les *Anona*, car les seules espèces existant en Indochine, *A. muricata*, *A. reticulata*, *A. squamosa*, sont cultivées à peu près dans toutes les régions tropicales.

Source : MNHN, Paris

L'aire de répartition de ces genres a été délimitée d'après les échantillons d'herbier et les flores locales. Erreurs et lacunes ne peuvent être évitées : il se peut que des déterminations soient inexactes, d'autre part les collecteurs n'ont pas encore parcouru tout le pays.

Le tableau suivant groupe les genres d'après leur extension à travers les différentes régions tropicales : il indique l'ordre dans lequel ils seront étudiés.

Les numéros, en caractères gras et entre parenthèses, renvoient aux cartes dans le texte.

Région indomalaise.

De l'Inde à la Nouvelle-Guinée :

Alphonsea
Orophea
Goniothalamus

De Ceylan à la Nouvelle-Guinée :

Cyathocalyx

De l'Inde aux îles de la Sonde et aux Philippines :

Dasymaschalon
Sageraea
Desmos

De la Péninsule indochinoise à la Nouvelle-Guinée :

Cananga
Cyathostemma
Rauwenhoffia

De la péninsule indochinoise aux îles de la Sonde :

Ellipeia
Anomianthus

Région indomalaise et Australie.

Mitrephora
Melodorum
Miliusa (et *Saccopetalum*

Région indomalaise, Australie, Afrique :

Uvaria
Popowia
Polyalthia

Source : MNHN, Paris

Région indomalaise, Afrique

Artaboirys
Oxymitra

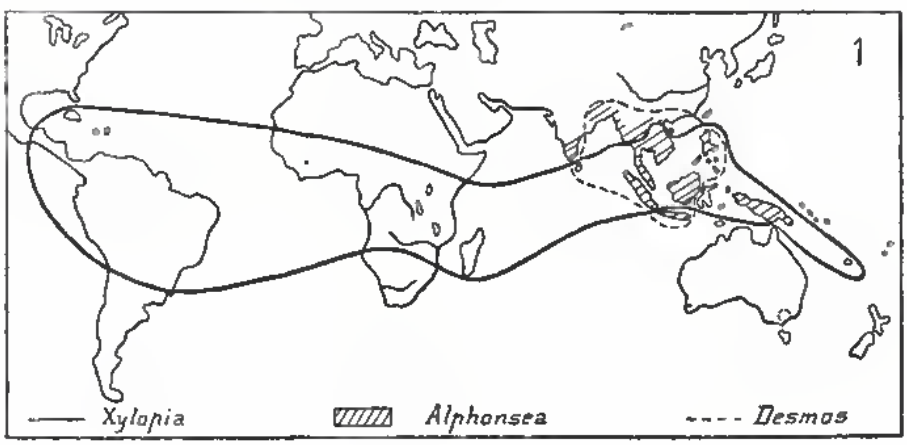
Région indomalaise, Amérique :

Anaxagorea

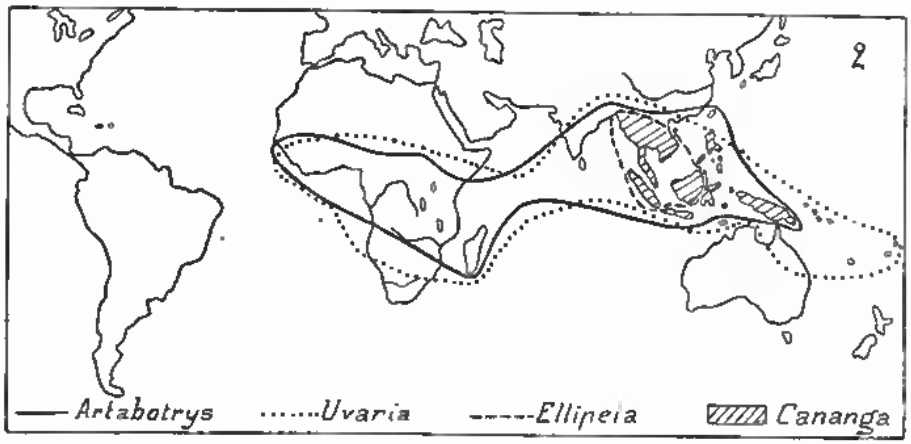
Région indomalaise, Nouvelle-Calédonie, Afrique, Amérique :

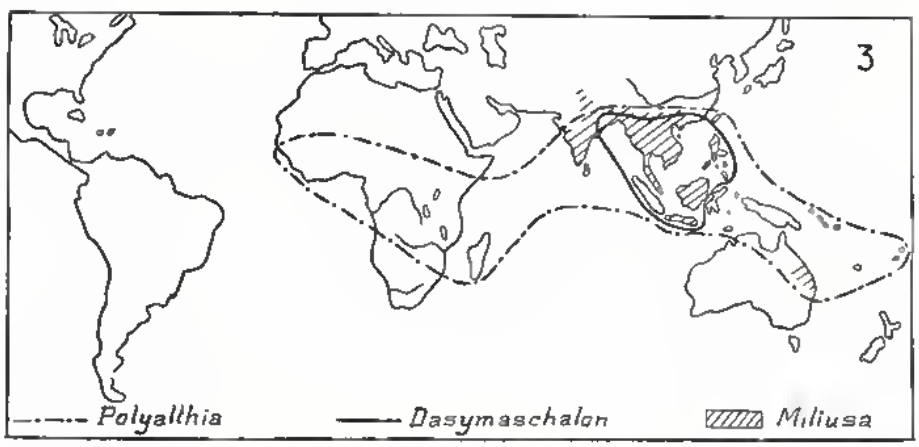
Xylopia

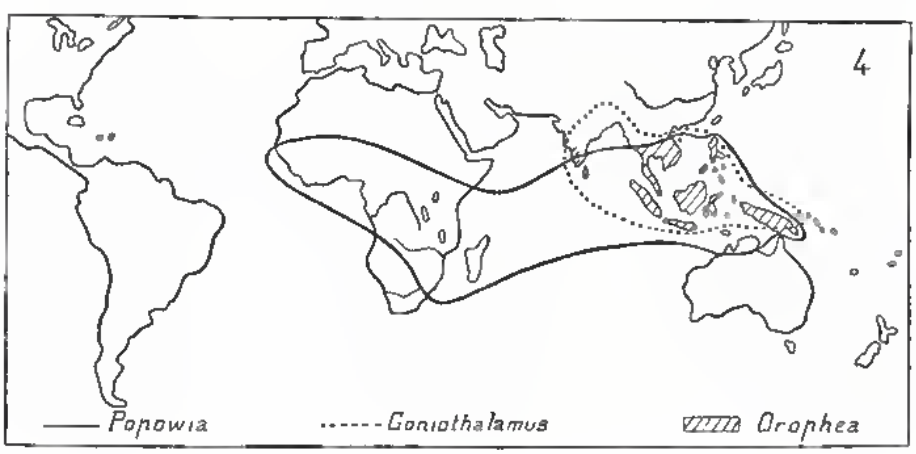
CARTES REPRÉSENTANT
LA DISTRIBUTION MONDIALE DES DIFFÉRENTS GENRES
D'ANONACÉES EXISTANT EN INDOCHINE.



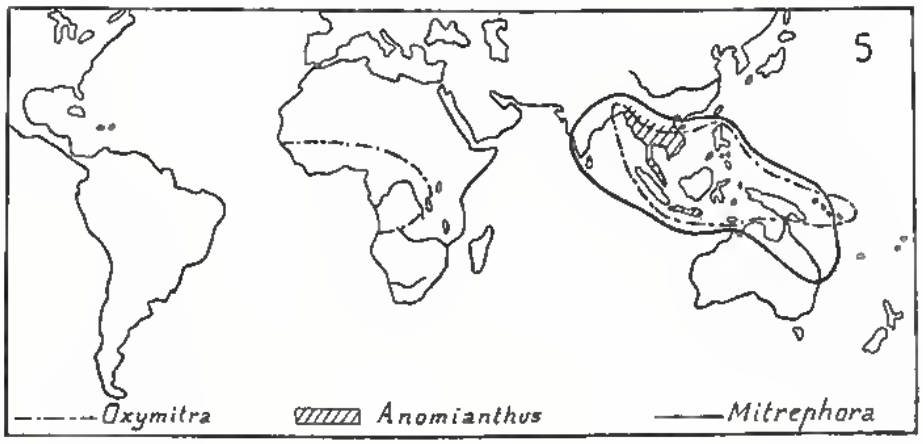
Source : MNHN, Paris

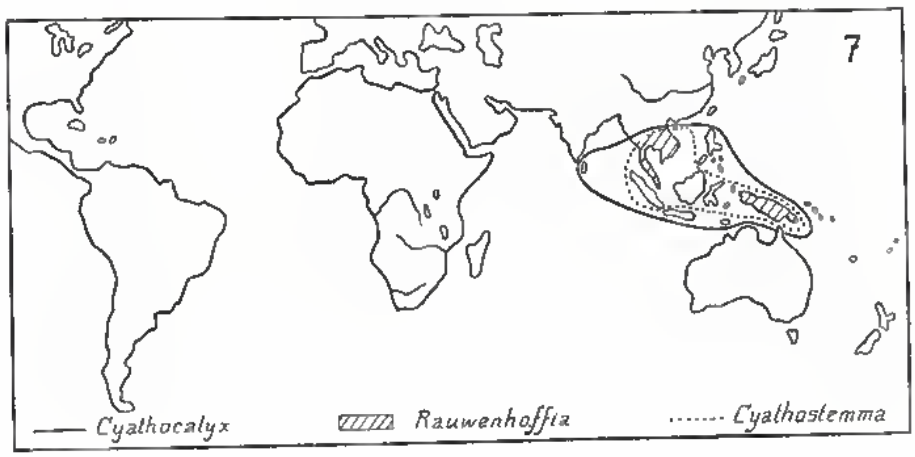






Source : MNHN, Paris





Source : MNHN, Paris

ALPHONSEA

Peu important par le nombre de ses espèces (20 environ), le genre *Alphonsea* est présent dans toute la région indomalaise : Inde (S. de l'Inde péninsulaire, Ceylan, Indes orientales), péninsule malaise, Indochine, Yunnan, Haïnan, Sumatra, Java, Bornéo, Philippines (du N. au S.), Nouvelle-Guinée (1). Chacune de ces régions possède un petit nombre d'espèces, 1 ou 2 le plus souvent ; cependant on en compte 6 au Siam, 5 en Indochine, 5 dans la péninsule malaise. La répartition des *Alphonsea* semble indiquer que le passage des Philippines à la Nouvelle-Guinée, a pu se faire par les îles du S. des Philippines puisque le genre y existe.

Une espèce est commune à Java et à Bornéo (Sarawak). *A. mollis* du Yunnan se retrouve à Haïnan, mais on ne connaît pas, pour cette espèce, de localité intermédiaire.

Les Alphonsea d'Indochine. — Ces espèces indochinoises, correspondant au même type biologique, possèdent généralement des feuilles coriaces, glabres, à face supérieure luisante, à nervation fine. Une seule espèce, *A. tonkinensis* (8), a des feuilles moins épaisses et moins coriaces ; d'après les collecteurs, cet arbre robuste atteint environ 12 m. de haut, et croît dans les terrains rocheux. Il a été récolté dans les localités suivantes :

1° Tonkin : vallée de Lankok au mont Bavi.

2° Haut-Laos : entre M. Luong, Nam tha et M. Sing, c'est-à-dire non loin de la frontière indochinoise tout à fait au N. du Laos à 800 m. d'altitude.

3° Nord-Annam, vers le col Barthélémy dans la province de Vinh à 1300 m. d'altitude.

4° Sud-Annam : massif de Braïan près de Djiring (prov. du Haut-Donnaï), à 1200-1400 m. d'altitude.

Bien qu'elle existe du N. au S. de l'Indochine, cette espèce n'a été signalée que dans 4 localités. Serait-ce une espèce ancienne, qui tend à disparaître, mais subsiste surtout dans le N. de l'Indochine ? Les échantillons récoltés au S. croissent à des altitudes beaucoup plus élevées que ceux du N. : 800 m. dans le Haut Laos, 1.400 m. au S. de l'Annam.

Deux espèces se localisent au Tonkin : *A. Boniana* (8) et *A. squamosa* (8), tandis que *A. Philastreana* (8) existe seulement en Cochinchine dans les Monts Dinh (province de Baria), à 400 ou 500 m. d'altitude. *A. Gaudichaudiana* (8) occupe uniquement une partie du versant oriental de l'Annam : on le signale près de Touranc dans une forêt du mont Bana, à 1000-1300 m. d'altitude, et plus au S à Thua-lun, et à Nui-han-heo, près de Nhatrang à 700 m. d'altitude.

Les *Alphonsea* paraissent donc être en Indochine des plantes d'altitude moyenne ou relativement élevée, généralement très localisées ou existant en des points très éloignés mais peu nombreux, comme si le genre était en voie de disparition.

Source : MNHN, Paris

OROPHEA

Strictement indomalais, de nombreux *Orophea* (**4**) vivent en Birmanie, au Siam, en Indochine, à Haïnan, dans la péninsule malaise, les Andaman, Sumatra, Java, Bornéo, les Philippines, Célèbes et la Nouvelle-Guinée. Par contre, Ceylan, le S. et la côte S.-W. de l'Inde péninsulaire en possèdent très peu. Ces dernières régions se présentent comme la continuation de la région malaise. Le genre *Orophea* a dû se répandre après la séparation des 2 continents asiatique et africano-malgache puisqu'aucun représentant n'en est signalé d'Afrique, ni de Madagascar.

Les *Orophea* existant à Haïnan mais non dans la Chine du sud ont peut-être atteint directement la grande île sans passer par la Chine.

La Nouvelle-Guinée, bien que située à l'extrémité de l'aire des *Orophea*, possède de nombreuses espèces.

Les Orophea indochinois. — Sur les 7 *Orophea* d'Indochine, 2 seulement ont une vaste répartition et rayonnent au delà des frontières de l'Indochine française.

1° *O. polycarpa* (**9**) s'étend sur les Andaman, la Birmanie, tout le Siam continental où les spécimens récoltés semblent particulièrement nombreux, le N. du Siam péninsulaire, une partie de l'Indochine, enfin Haïnan.

Ses localités indochinoises sont les suivantes :

a, au Laos : vers Luang prabang (partie N.-W. du Laos qui prolonge le Siam) ; *b*, au Cambodge : monts Cherreo dans la province de Samrong tong, à Traping pong dans la province de Pursat, dans les monts Krewanh ; *c*, en Cochinchine : monts Gia-lao-me et monts Song-lu (province de Bienhoa) ; *d*, dans l'Annam : An-khé dans la province de Qui-nhon, Dalat, Hué.

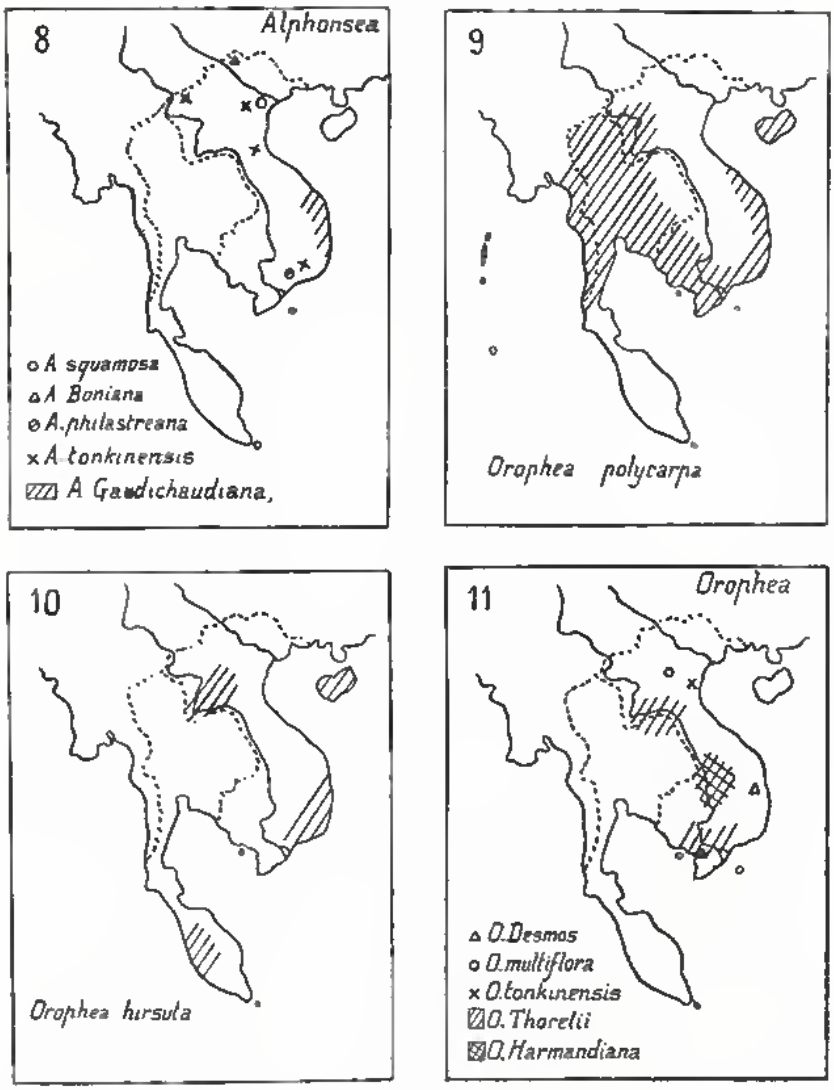
L'aire de cette espèce, très homogène, couvre ainsi toute la partie occidentale de la péninsule indochinoise et les Andaman, puis Cambodge et Cochinchine, remonte (versant E. de l'Annam) jusqu'à Hué, et enfin Haïnan. Pour cette dernière île, on ne peut invoquer le passage par le Tonkin et la Chine du sud où l'espèce est inconnue ; il faut donc supposer une liaison directe Haïnan-Annam. Entourée par cette aire, existe une vaste étendue où *O. polycarpa* n'a jamais été trouvé : versant occidental de la chaîne annamitique et partie des plateaux et plaines à l'W. de cette chaîne qui apparaît comme un obstacle insurmontable que l'espèce n'a pu que contourner.

2° A l'opposé de l'*O. polycarpa*, connu de nombreuses localités, l'*O. hirsuta* (**10**) a été récolté seulement en 4 points très éloignés les uns des autres : *a*, Péninsule malaise : Pérak ; *b*, Haïnan ; *c*, Laos : Pak-lay et Luang prabang ; *d*, Sud-Annam et Cochinchine : dans l'Annam, il vit dans une région où les espèces endémiques sont nombreuses, à Ca-na, Phu-lu dans la province de Nhatrang à 200 m. d'altitude, et sur le versant S.-E. du massif de la Mère et l'Enfant, à 600 m. d'altitude ; en Cochinchine, il existe à Nui-chua-chan dans la province de Bienhoa, où il atteint 800 m. d'altitude, « dans les

Source : MNHN, Paris

grandes forêts sur terre rouge parsemée de bombes volcaniques » selon Poilane.

Sans doute, ces quatre places sont-elles des reliques d'une aire vaste dont



tout le centre, puis une partie de la périphérie auraient disparu. On pourrait penser que, dans les parties restantes maintenant isolées, le type biologique s'est différencié ou accusé par place. Quelle que soit la localité d'origine, tous les échantillons, semblables entre eux, s'identifient sans hésitation.

Tous les autres *Orophea* sont endémiques. Très localisés se montrent :

Source : MNHN, Paris

O. multiflora (**11**) de Mai-ba au Tonkin ; *O. tonkinensis* (**11**) connu en 2 points des montagnes aux environs de Ninh-binh au Tonkin ; *O. Harmandiana* (**11**) au Cambodge à Attopeu, et au Laos entre Stung-treng et Kong : Ces 2 localités très proches appartiennent à une même région comprenant l'W. de la chaîne annamitique et la rive gauche du Mékong.

Par contre, *O. Desmos* (**11**) vient de 2 endroits beaucoup plus éloignés : du Cambodge dans les monts Knang-krépeuh (prov. de Kampot), et de l'Annam au col de Mangiang dans la province de Qui-nhon à 800 m. d'altitude.

O. Thorelii (**11**) existe, d'une part au Laos septentrional (Vientiane et Lakhon), d'autre part au Cambodge dans les Monts Cherreo de la province de Samrong-tong et en Cochinchine dans les monts Deon-ba (prov. de Tayninh). Ne pourrait-on supposer, faisant la liaison entre ces 2 aires distantes, l'existence actuelle ou passée de cette espèce le long du Mékong ?

L'examen d'un grand nombre d'*Orophea* montre que ce genre, homogène, comprend des espèces généralement très voisines, à petites feuilles peu épaisses, rarement coriaces, plus ou moins velues, à fleurs très petites, à pédicelles grêles, à rameaux souvent minces. Plusieurs *Orophea* tels *O. zeylanica*, *O. polyantha*, *O. vulcanica*, *O. aversa*, *O. Cuminghiana*, ont une affinité très marquée avec l'*O. polycarpa*. Il existe maintenant tout autour de la mer de Chine plusieurs espèces ne différant que par des caractères peu importants, donc très voisines : elles semblent avoir une origine commune. Au cours de leur expansion sur une grande partie de la région indomalaise actuelle, des variations locales ont ainsi conduit à l'individualisation de nouvelles espèces.

GONIOTHALAMUS

Répartition (**4**) : Inde péninsulaire (côte W. dans les monts Travancore et les monts Canara) ; Ceylan possède au moins 6 espèces endémiques ; une autre espèce est commune à Ceylan et aux monts Travancore. De l'Inde orientale (monts Sikkim, Assam, Silhet), le genre *Goniothalamus* passe en Birmanie et dans le Ténasserim. La carte des pluies aux Indes et en Birmanie montre la concordance de l'aire des *Goniothalamus* et des régions de plus forte pluviosité. Au Siam continental croissent environ 4 espèces, et en Indochine 9, dont aucune ne dépasse, vers le N., la province de Vinh (Nord-Annam) ; le genre n'existe donc pas au Tonkin. La péninsule malaise possède une quinzaine d'espèces dont 5 pour le Siam péninsulaire. Quelques-unes se retrouvent à Bornéo et à Sumatra (*G. tapis*), ou à Bornéo et Banca (*G. malayanus*), ou à Sumatra et Java (*G. macrophyllus*).

Sumatra et Java ont plusieurs endémiques ; Bornéo également : sur 11 de ses espèces, 5 lui sont propres et les autres se retrouvent dans la péninsule malaise (Penang et Singapour), ou à Sumatra et Java, ou enfin à Banca et Biliton. L'intrication de ces espèces suggère que de nombreux échanges ont eu lieu entre Péninsule malaise, Sumatra, Java, Bornéo et toutes les petites les voisines. Par contre, les Philippines ne semblent posséder que des endé-

Source : MNHN, Paris

miques, 15 espèces réparties dans les forêts des montagnes depuis les basses altitudes (160 m. environ) jusqu'aux altitudes moyennes (1.500 m. environ). De même, Célèbes et la Nouvelle-Guinée paraissent riches en *Goniothalamus* endémiques.

En Nouvelle-Guinée existe la section *Beccariodendron* (à laquelle appartient *G. grandiflorus*), section qui se retrouve dans l'Annam avec *G. multiovulatus*. Ces deux contrées très éloignées correspondent sans doute aux restes d'une aire très vaste, car il est difficile d'imaginer 2 modifications semblables survenues dans le même genre à d'aussi grandes distances.

En résumé de nombreuses migrations d'espèces se sont produites entre les diverses régions du centre de l'aire de répartition (Péninsule malaise, Sumatra, Java, Bornéo) ; sur le pourtour de l'aire (Inde, Indochine, Philippines, Célèbes, Nouvelle-Guinée) les endémiques dominent. Cette aire de répartition sera comparée ultérieurement à celle des *Oxymitra*, ce genre étant plus voisin des *Goniothalamus* au point de vue systématique.

Les Goniothalamus indochinois. — *G. Gabriacianus* (**12**) existe seulement dans le sud-indochinois :

1° dans toute la Cochinchine, y compris l'île de Poulo-Condore ;

2° dans le sud Annam, aux faibles altitudes (d'après les collecteurs, il n'a pas été récolté à plus de 600 m.) ; surtout régions de Nhatrang, de Ninh-hoa, et massif de la Mère et l'Enfant ; la localité la plus septentrionale étant Ankhé, dans la province de Qui-nhon.

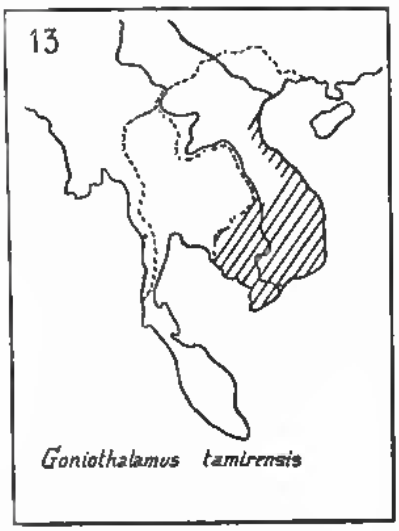
3° au Cambodge ;

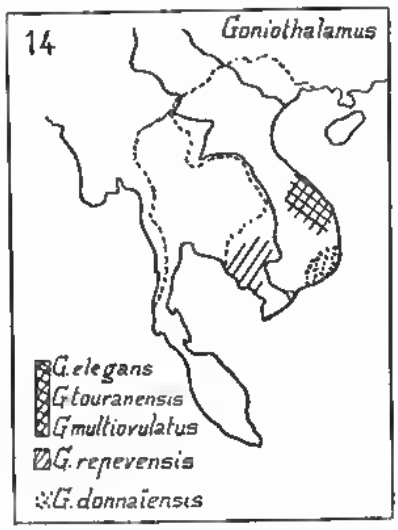
4° au Laos suivant le cours du Mékong, depuis Stung-treng jusqu'à Khong puis Bassac qui représente la limite N. de l'espèce ;

Source : MNHN, Paris

5° au Siam dans la province de Prachinburi toute proche du Cambodge. Il occupe donc la région du sud-indochinois avec deux remontées vers le N., l'une, le long du Mékong jusqu'à Bassac, et l'autre, à l'E. de l'Annam n'atteignant pas Tourane.

Distribution comparable du *G. tamirensis*, mais avec quelques différences. *G. tamirensis* (**13**) n'existe pas au Siam, mais s'étend plus au N. que *G. Gabriacianus* ; au Laos, il gagne le haut cours de la Tchépone, entre la chaîne annamitique et la mer, il dépasse Qui-nhon, atteint Huê et, dans le Nord-Annam, la province de Vinh. Il s'élève aussi à plus haute altitude : de 150





jusqu'à 800 m. (monts Tamir) et 1.100 m. (massif de la Mère et l'Enfant), se montrant cependant plus fréquent vers 500-600 m.

Les suivants se localisent davantage : *G. repevensis* (**14**), uniquement à l'W. du Mékong au Laos (Stung treng), et au Cambodge jusqu'à 1.500 m. d'altitude ; *G. donnaïensis* (**14**), dans le centre d'endémisme de la chaîne annamitique (environs de Nhatrang, Ninh-hoa, Phanrang, les sources du Donnaï) ; *G. touranensis* (**14**), *G. elegans* (**14**), *G. multiovulatus* (**14**), existent dans un autre centre d'endémisme moins important comprenant Tourane, le mont Bana, le col des Nuages.

L'aire des *Goniothalamus* d'Indochine est toujours très réduite ; la plus vaste comprend le S. de l'Indochine et déborde à peine sur le Siam.

CYATHOCALYX

Ce genre (**7**) s'étend de Ceylan à la Nouvelle-Guinée : Ceylan, Birmanie (Pegu, Tenasserim, Martaban), Siam (dans le N. et l'extrême S.), Indochine

Source : MNHN, Paris

(Laos, Annam), péninsule malaise, Sumatra et Banca, Java, Bornéo, Célèbes, Nouvelle-Guinée et île Bismark.

Chacune de ces régions ne possède qu'un petit nombre d'espèces :

Ceylan	1	Siam	2
Sumatra	1	Philippines	2
Banca	2	Indochine	4
Java	2	Bornéo	4
Birmanie	2	Nouvelle-Guinée	8
Péninsule malaise	2		

La Nouvelle-Guinée est donc la plus riche en *Cyathocalyx*. Par contre, on n'en signale aucun dans l'E. de l'Australie, qui a cependant quelque affinité avec elle. Cela concorde avec l'observation de White (1929, p. 200) que, malgré l'apparence nord-australienne de la flore méridionale papoue, il est beaucoup plus utile, pour étudier la flore papoue, de connaître la flore malaise que la flore australienne.

La répartition du genre s'est donc faite après la séparation de la Nouvelle-Guinée et de l'E. de l'Australie.

Les Cyathocalyx d'Indochine. — En Indochine, les *Cyathocalyx* n'existent qu'au Laos et dans l'Annam. Ils n'ont jamais été signalés dans le Nord-Annam, ni au Tonkin. *C. martabanicus* et sa variété *Harmandii* occupent une grande partie de la péninsule indochinoise depuis la Birmanie jusqu'au Laos : le type en Birmanie (Pegu, Martaban, Tenasserim), la variété au Siam dans les provinces de Maharat et Nakawn Sawan, à peu près sous la même latitude qu'en Birmanie, enfin, descendant le long du Mékong, elle reparaît dans les montagnes de Bassac. L'espèce et sa variété se sont dispersées d'E. en W. mais très peu vers le S.

Les 3 autres *Cyathocalyx* se localisent sur le versant oriental de l'Annam : *C. subsessilis*, le plus septentrional, à Thua-thien, et dans le massif de Dongche ; *C. annamensis*, aux environs de Nhatrang : Ninh-hoa, Phu-lu, Massif de la Mère et l'Enfant, Nhatrang, presqu'île de Nui han heo ; *C. filiformis* à Blao. Ces 3 espèces propres à 3 régions très limitées, contribuent à mettre en évidence l'importance du versant oriental de la chaîne annamitique au point de vue des endémiques.

DASYMASCHALON

Les *Dasymaschalon* (3) se trouvent seulement en Asie et dans les îles de la Sonde : N.-E. de l'Inde, Péninsule indochinoise, Péninsule malaise, Chine méridionale, Haïnan, Philippines, Sumatra, Java, Bornéo. Il comprend environ 12 espèces. L'une d'elles, *D. Blumei*, n'existe que sur le pourtour de cette aire restreinte, depuis l'Inde orientale jusqu'à Bornéo, tandis que d'autres, au contraire (*D. macrocalyx*, *D. sootepense*, *D. tomentaceum*) en occupent le N.

Source : MNHN, Paris

et le centre. Le tableau suivant indique la distribution de ces deux groupes d'espèces.

	Indes orient.	Birmanie	Pén. mal.	Sum. Java Bornéo	Siam	Indochine	Haïnan	Chine S.
D. Blumei	+	+	+	+	+			
D. lomentaceum					+	+		
D. sootepense					+	+		
D. macrocalyx						+	+	+

En Indochine, le nombre des *Dasymaschalon* est remarquablement élevé : 6, c'est-à-dire la moitié du nombre total des espèces connues de ce genre. Les *Dasymaschalon* se répartissent de l'extrême S. à l'extrême N., et quelques-uns passent soit au Siam, soit dans la Chine méridionale et Haïnan.

D. glaucum (**15**) existe autour du golfe du Tonkin (Dèo-dang, Tu-phap), dans la province de Vinh, et, à la même latitude, dans l'île de Haïnan. Il contribue à mettre en évidence les relations floristiques entre le Tonkin et Haïnan.

D. lomentaceum (**16**), signalé au Siam, province de Udawn à Nakawnpanom au bord du Mékong, se retrouve au Laos à Savannakhet et Banthat (vers Savannakhet), puis, au S. du Siam, dans la province de Prachinburi à Lam pataya ; au Cambodge, à Angkor et Pursat ; enfin, plus au S. et à l'E., en Cochinchine sur les bords du Donnaï. Toutes ces plantes se groupent au S. de la péninsule (Cochinchine et Cambodge), au S.-E. du Siam et le long du Mékong.

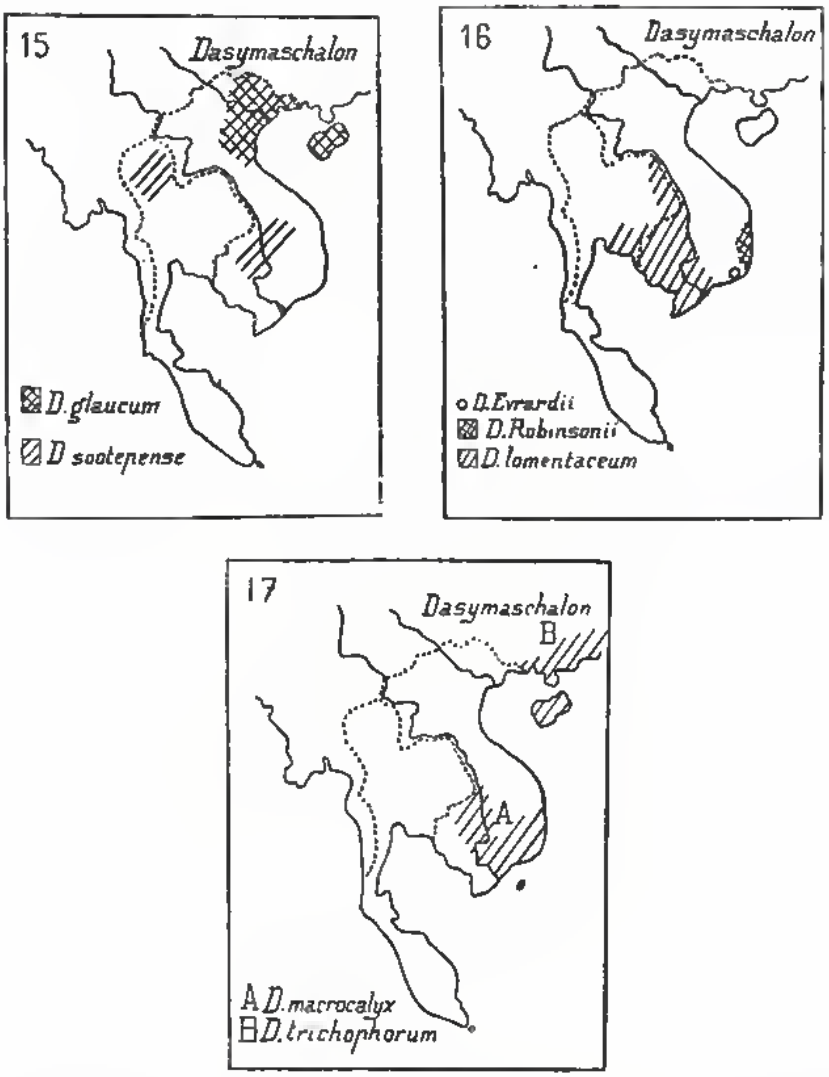
D. sootepense (**15**), au contraire, se disperse dans trois localités très éloignées les unes des autres constituant une aire très dissociée : *a*, au N. du Siam Doi Sutep vers Chiengmai ; *b*, dans l'Annam : montagne de Mam-ray (province de Kontum) ; *c*, au Cambodge : Pnom-krapeu (province de Kompongspeu).

D. macrocalyx (**17**) a été récolté au Laos vers Bassac (au bord du Mékong), au Cambodge à Stung-treng, toujours au bord du Mékong, et aussi dans l'intérieur du Cambodge à Angkor ; en Cochinchine, en de nombreuses localités toutes situées aux environs de Bien-hoa et Tay-ninh ; à Poulo-Condore ; dans le sud-Annam, jusque dans la région des endémiques : provinces de Phanrang et de Nhatrang.

Merrill a décrit un *D. trichophorum* (**17**) du Kwang-tung et de Haïnan, qui nous semble tout à fait comparable à l'espèce précédente. Merrill distingue son espèce du *D. macrocalyx* surtout d'après la longueur du pédicelle. Or, beaucoup de *D. macrocalyx* d'Indochine possèdent des pédicelles aussi courts que ceux du *D. trichophorum*. Si les aires de répartition de ces deux *Dasymaschalon* ne coïncident pas, ce n'est pas un argument suffisant pour distinguer deux espèces. On peut supposer que l'espèce existait au Tonkin

Source : MNHN, Paris

et dans le nord-Annam, puis en a disparu, ou, ce qui est plus vraisemblable, que, partie du sud-Annam, elle gagna directement Haïnan puis la Chine méridionale, à la faveur de connexions terrestres.



Signalons enfin le *D. Robinsonii* (**16**), connu par plusieurs échantillons tous originaires du centre d'endémisme sud-annamitique : Nhatrang, Ninh-hoa, île Trè. *D. Evrardii* (**16**) est connu seulement à Phan-thiet dans l'extrême S. de l'Annam.

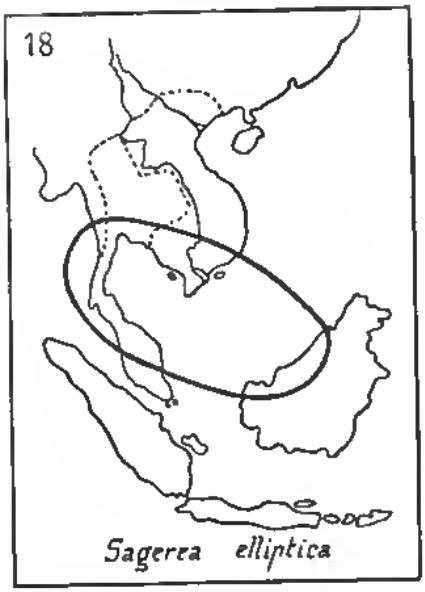
Certains *Dasymaschalon* indochinois présentent donc des aires très étendues, se prolongeant parfois hors de l'Indochine française. D'autres espèces

Source : MNHN, Paris

sont plus localisées, notamment dans le sud-Annam, où existent quelques endémiques.

SAGEREA

Les *Sagerea* (**6**) semblent tous très affins : caractères floraux, grandes feuilles à nervures peu apparentes, leur donnent le même aspect. Strictement indo-ma-



lais, ils s'étendent sur : Inde péninsulaire, Ceylan, Indes Orientales, Birmanie, Siam, S. de l'Indochine, péninsule malaise, Sumatra (?), Bornéo et Philippines.

Presque toujours peu étendues, les aires des différentes espèces ne chevauchent pas : ainsi *S. laurina* existe dans les montagnes de Concan de l'Inde orientale. *S. lanceolata* dans le S. de la péninsule malaise (Pahang) et à Bornéo.

Une seule espèce a une distribution très vaste : *Sagerea elliptica* (**18**). Elle entoure le golfe du Siam et le S. de la mer de Chine : 1° Birmanie ; dans le Tenasserim vers Tavoy ; 2° Siam : provinces de Chantaburi et Prachinburi ; 3° Péninsule malaise à Penang ; 4° Sud de l'Indochine : Cambodge et Cochinchine ; 5° Bornéo : dans l'W. (Sarawak).

Ce genre ne possède aucune espèce endémique en Indochine.

DESMOS

Correspondant aux anciens *Unona* asiatiques, le genre *Desmos* (**1**), strictement indo-malais, s'étend sur l'Inde orientale, Ceylan, la Chine méridionale,

Source : MNHN, Paris

toute la péninsule indochinoise, la péninsule malaise, les îles de l'archipel malais, Sumatra, Java, Bornéo, Célèbes, les Philippines. A notre connaissance, il n'existe pas de *Desmos* en Nouvelle-Guinée ; on retrouve le genre en Australie où un échantillon de *D. discolor* aurait été récolté à Melbourne (spontané ou introduit ?).

Les différentes espèces, lianes en général, vivent depuis les régions basses jusqu'à 1.800 m., altitude maxima pour les Anonacées. En latitude, elles atteignent aussi la limite extrême où la vie est possible pour ces plantes tropicales, c'est-à-dire le S. de la Chine (Kwang tung et Kouy tchéou).

Espèces non endémiques. — Le *Desmos dumosus* semble ancien car son aire est étendue et discontinue ; tout le long d'un arc qui, partant de l'Inde orientale (Assam, Silhet) traverse toute la Péninsule malaise et gagne Java ; une branche latérale se détache de cet arc en direction de l'Indochine : il se trouve en effet au Siam (tout à fait au N. dans la province de Payap, à Udawn sous la courbe du Mékong), et en Indochine (Tonkin, Laos, Haut-Mékong à 1.200 m. d'altitude).

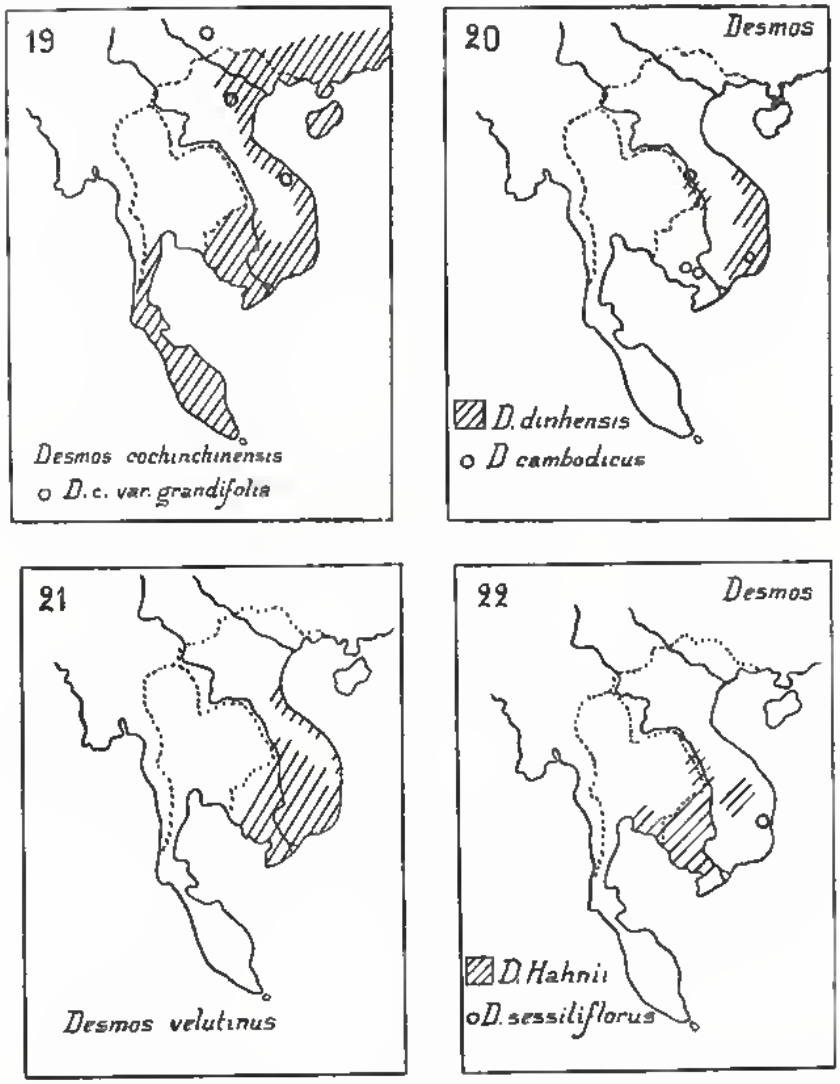
Deux espèces se rapprochent beaucoup l'une de l'autre : *D. cochinchinensis* et *D. chinensis*. Il est parfois si difficile de nommer certains échantillons que bien des erreurs ont pu se glisser dans les déterminations. Toutefois l'aire, cependant vaste, du *D. cochinchinensis* type (**19**) semble la plus restreinte ; elle s'étend sur l'Assam, S. de la Chine (Kwang tung, Kouy tchéou, Canton, Haïnan), Tonkin, Laos (rive gauche du Mékong), Cambodge, Cochinchine (vers Bienhoa et Baria), Annam (depuis Nhatrang jusqu'à Quang tri et Hué) ; enfin, cette espèce est signalée dans le Siam péninsulaire (Pattani) et dans la Péninsule malaise ; sa variété *grandifolia* (**19**) n'est représentée qu'au N. de cette aire : Yunnan, Tonkin (au mont Bavi), et un peu plus au S. dans l'Annam, vers Tourane, mais alors elle monte jusqu'à 1.000 m.

Desmos chinensis, connu dans l'Inde orientale (Orissa, Concan, Assam, Silhet, Sikkim, Chittagong), en Chine dans le Kwang si, le Kouy tchéou, à Hongkong, Haïnan, a été récolté dans toute l'Indochine en de nombreux points, à peu près dans tout le Siam continental et péninsulaire, dans la péninsule malaise jusqu'à Singapour, à Ceylan, Bornéo, Java, Célèbes, les Philippines (Mindanao, Basilan) ; ce *Desmos* est une liane, très rarement un arbuste de 3 m. de haut. Parmi les échantillons examinés, deux plantes, incontestablement des *D. chinensis*, ont, contrairement à toutes les autres, des feuilles coriaces : elles viennent de l'île de Bai tré (près de Nhatrang) et de Hoa cat (également près de Nhatrang) sur un sol rocheux à 1 km. de la mer (est-ce une forme stationnelle ?).

Espèces endémiques. — *Desmos dinhensis* (**20**), connu sur le versant E. de la chaîne annamitique depuis le col des Nuages (vers Tourane) jusqu'á Nhatrang, s'étend en Cochinchine dans les régions de Bienhoa et Baria, pénètre un peu plus à l'intérieur des montagnes à Blao dans le Haut-Donnaï, et plus au N. vers Kontum, enfin au Laos vers Bassac ; cette liane (quel-

Source : MNHN, Paris

quefois petit arbuste de 1 à 2 m.) atteint 12 m. de haut, et peut vivre à des altitudes très diverses, depuis 100 m. vers Bassac, 400 m. vers Bienhoa, 1.150 m. à Dak Doa, et même 1.800 m. à Dak ha (ces deux localités dans la



province de Kontum). L'espèce possède deux formes, l'une, à feuilles minces qui semble croître surtout dans les parties basses, au-dessous de 900 m., l'autre, à feuilles plus épaisses et coriaces dans les parties les plus élevées.

Desmos velutinus (**21**), récolté en plusieurs localités au Cambodge et en Cochinchine, monte sur le versant W. jusqu'à Dak to vers Kontum et au Pla-

Source . MNHN, Paris

teau des Boloven. Sur le versant E., elle existe depuis Nhatrang jusqu'à Quang tri et encore plus au N. à Bukhang dans la province de Vinh. Elle se maintient entre 600 et 1.500 m. C'est une liane de 15 m. environ, très rarement un arbuste de 1 m. 50 de haut.

Alors que les deux espèces précédentes ont des aires continues, *Desmos cambodicus* (**20**) est connu seulement en des localités très distantes les unes des autres : à Savannakhet (Laos), à Samrong tong (Cambodge), à Chaudoc (Cochinchine), enfin à Cana (Annam).

Desmos sessiliflorus (**22**) se localise dans la région des endémiques entre Dong trang et Binh loi près de Nhatrang.

Desmos Hahnii (**22**), récolté au Cambodge vers Angkor, Pursat, Kompong speu et Kampot, monte le long du Mékong jusqu'à Banthat vers Savannakhet. Vers l'E., il atteint Kontum. Au Siam, on le signale dans les provinces de Chantaburi et Prachinburi qui prolongent la région cambodgienne hors des frontières de l'Indochine française. On peut donc considérer *D. Hahnii* comme endémique de la péninsule indochinoise.

Sur les 9 espèces présentes en Indochine, 3 seulement s'étendent sur une aire très vaste, les autres se localisent en Indochine ou ne pénètrent que très peu au Siam.

CANANGA

Le genre *Cananga* (**2**), indomalais, dispersé de la Birmanie à la Nouvelle-

Guinée et aux Philippines, ne comprend que trois ou quatre espèces dont l'une, *C. odorata*, ne sera pas étudiée car la culture fréquente (fleurs très parfumées) fausse sa répartition qu'elle a beaucoup étendue.

Source . MNHN, Paris

Cananga latifolia (**23**), bel arbre haut de 12 m. environ, dont les fleurs, les feuilles et les jeunes rameaux se couvrent d'un indument dense et argenté, monte jusqu'à 800 m. d'altitude. Il existe en Birmanie, dans presque tout le Siam continental, au Laos le long du Mékong (vers Savannakhet et à Luang prabang), au Cambodge près de Trassay, dans le massif de Pursat, les monts Rancon, les monts Knang krépeuh (province de Thpong), enfin dans le Siam péninsulaire (Puket) et dans les états malais (Perlis à Kanga et dans l'île Lan Kawi). L'aire de répartition s'étend donc sur une grande partie de la péninsule indochinoise, mais n'atteint pas le N. ni l'E. de l'Indochine : la chaîne annamitique a été un obstacle à la propagation de l'espèce.

CYATHOSTEMMA

Les *Cyathostemma* (**7**), répartis dans la région malaise, absents de Java et des Philippines, atteignent Célèbes et même la Nouvelle-Guinée. La Péninsule malaise possède le plus grand nombre d'espèces. L'une d'elles se retrouve à Bornéo : *C. Hookeri*. Sumatra et Célèbes ont en commun le *C. sumatrana*.

Une espèce de la Péninsule malaise, *C. Wrayi*, possède une variété au Cambodge à Mimot et dans le sud-Annam à Blao ; ceci confirme les relations entre le Sud indochinois et la Péninsule malaise.

Le *C. longipes* se rencontre au Siam, province de Udawn (au S. de la boucle du Mékong) ; au Laos, région de Vientiane sur la boucle du Mékong ; à Haïnan où un échantillon nommé par Merrill *Uvaria Boniana* s'identifie, à notre avis, à *Cyathostemma longipes*. Cette répartition est particulièrement intéressante : elle précise que la partie N.-E. du Siam au S. de la boucle du Mékong fait suite à la partie du Laos au N. de Vientiane, et montre, d'autre part, les affinités de l'île de Haïnan avec le N. de la péninsule indochinoise.

RAUWENHOFFIA

Remarquable par la discontinuité de son aire, le genre *Rauwenhoffia* (**7**) se trouve aux deux extrémités du domaine malais : d'une part, dans les Péninsules indochinoise et malaise, d'autre part, en Nouvelle-Guinée et dans l'île Lutor (faisant partie des îles Aroe). Dans les régions intermédiaires aucun *Rauwenhoffia* n'est signalé (1).

La Nouvelle-Guinée possède 4 *Rauwenhoffia*, l'Indochine et la Péninsule malaise un seul. Ce genre, sans doute très ancien, a pu apparaître en Nouvelle-Guinée, se disperser dans le domaine malais, atteindre l'Indochine, puis disparaître du centre de son aire.

Rauwenhoffia siamensis (**24**) n'existe qu'au S. d'une ligne partant de Huê, passant par le plateau des Boloven et gagnant la région de Saraburi. Signalé

(1) Le *Rauwenhoffia* du jardin de Buitenzorg (Java) est cultivé et d'origine siamoise.

Source : MNHN, Paris

à Prachuap sur la côte W. du golfe de Siam, il existe en de nombreuses localités jusqu'au S. de la Péninsule malaise ; il met en évidence une aire naturelle comprenant le centre et le sud-Annam, le S. du Laos, le Cambodge, la Cochinchine, le S. du Siam et toute la Péninsule malaise.

ELLIPEIA

Uniquement asiatique, ne comptant que 14 espèces, le genre *Ellipeia* (**2**) se localise dans le domaine malais : Birmanie (Ava et Pegu), Siam, Sud indochinois, Péninsule malaise, Sumatra et Bornéo. Aucune espèce ne se trouve à la fois dans toutes ces régions. L'aire de répartition du genre est constituée par la juxtaposition des aires des différentes espèces. Cependant le Siam et le S. de l'Indochine ont en commun une espèce : *E. cherrevensis* signalé au Cambodge (au S. du Grand Lac dans les monts Chérréo, et dans la province de Kompong speu) ; il monte plus au N. vers Stung treng, à la limite du Cambodge et du Laos ; au Siam, l'aire de répartition, plus vaste, s'étend depuis le N. (Doi sutep, Lampun), jusqu'au S. dans la province de Petchaburi.

La répartition des différentes espèces de ce genre prouve encore que S. indochinois et Siam, intimement liés, font partie du domaine malais, auquel la Birmanie se rattache également.

ANOMIANTHUS

Anomianthus (**5**), genre-monospécifique (*A. heterocarpus*), possède une aire de répartition discontinue : récolté à Java et dans la Péninsule indochinoise,

Source : MNHN, Paris

il n'est signalé d'aucune région intermédiaire (1). Les échantillons venant de lieux éloignés sont cependant comparables en tous points. Java et l'Indochine ont été reliés par la Péninsule malaise. Si la plante a eu des représentants dans la Péninsule malaise, ce qui est probable, ils ont maintenant disparu ou n'ont jamais été récoltés.

Répartition dans la Péninsule indochinoise. — Les nombreux échantillons indochinois viennent de localités très diverses (Cambodge, Cochinchine et sud-Annam). L'espèce devient plus rare vers le N., cependant elle atteint Quang tri. A l'W. de la chaîne annamitique, au Laos, on la trouve vers La Khôn, Tchépone et Lao bao, et plus au N. près de Luang prabang. Fréquente au S. d'une ligne allant de Ninh hoa sur la côte S. de l'Annam jusqu'à Khong dans l'extrême S. du Laos, elle devient rare au N. de cette ligne.

Au Siam, abondante au S. vers Rachasima, Prachinburi, et vers Petchaburi (amorçant ainsi un passage vers la Péninsule malaise) elle est signalée au N. jusqu'à Chieng mai. Ainsi, Chieng mai, Luang prabang et Quang tri constituent les limites septentrionales de l'espèce.

MITREPHORA

L'aire de répartition des *Mitrephora* (**5**) couvre toute la région indomalaise et peut-être jusqu'au N.-E. de l'Australie. Limitée au N. par le Yunnan méridional, elle englobe : 1° une partie de l'Inde : Assam, Chittagong, S. de la péninsule jusqu'à la région de Canara, Ceylan ; 2° le Tenasserim et les îles Andaman ; 3° la péninsule indochinoise : Siam, Indochine à laquelle on peut joindre Haïnan ; 4° la péninsule malaise ; 5° Sumatra, Java, Bornéo, les Philippines, Célèbes, l'île Amboine, la Nouvelle-Guinée et peut-être l'île Saint-Georges qui fait partie des îles Salomon ; 6° enfin, en Australie, on a signalé, dans le Queensland, l'existence du *Mitrephora Froggattii* que l'auteur de l'espèce lui-même attribue avec hésitation à ce genre (2). Nous n'admettrons donc que provisoirement l'existence des *Mitrephora* en Australie.

Voici la répartition de quelques-uns des nombreux *Mitrephora* répandus sur ce vaste domaine.

M. reticulata (**25**) ne pénètre pas en Indochine, mais, traversant toute la péninsule malaise, il atteint le Ténasserim ; on le retrouve aux Andaman, à Sumatra, Java et Bornéo. *M. Maingayi* existe déjà à Haïnan, puis au Laos vers Bassac, au Cambodge, dans le Péninsule malaise, à Java, à Bornéo (Sarawak et N. de Bornéo). Ces deux espèces ont pu émigrer à de grandes distances au moment où la vaste plateforme de la Sonde était émergée.

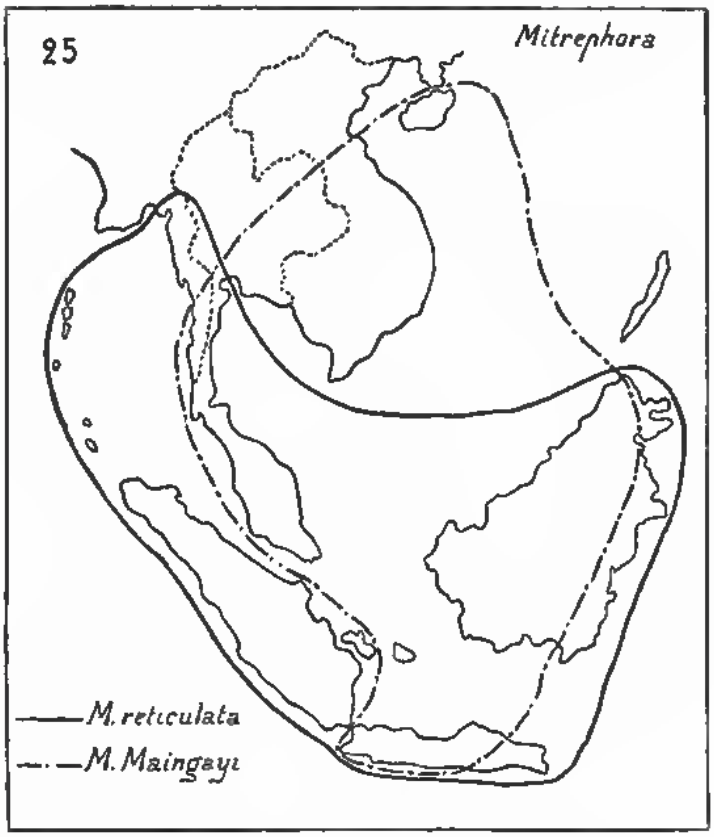
(1) Il existe dans la Péninsule malaise un *Uvaria dulcis* Dunal dont la synonymie, assez embrouillée, permettrait peut-être de conclure que *U. dulcis* Dunal et *Anomianthus heterocarpus* Zoll. sont synonymes, mais les échantillons du Muséum, originaires de la Péninsule malaise sont fort différents de l'*A. heterocarpus*. Il y a donc réellement dans l'aire de cette espèce une lacune.

(2) La longueur des pétales intérieurs par rapport à celle des pétales extérieurs rapproche cette espèce des *Orophea*, mais, d'après la description, les étamines ne sont pas des étamines d'*Orophea*.

Source : MNHN, Paris

Les Anonacées croissent habituellement dans des régions très arrosées. Or, le *M. Heyneana* est signalé à Ceylan dans les régions sèches, et au S. de l'Inde (région de Carnatic vers Courtallam) où les chutes de pluie annuelles ne dépassent pas 50 cm. - 1 m.

Les Mitrephora indochinois. — *Mitrephora Thorelii* (**26**) croît dans deux régions : au N., Haïnan, Siam (vers Chiengmai) ; au S., Cochinchine

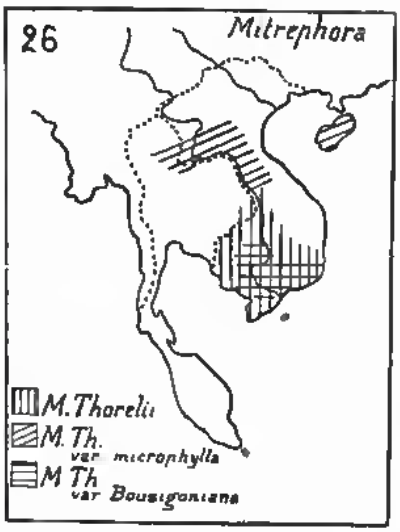


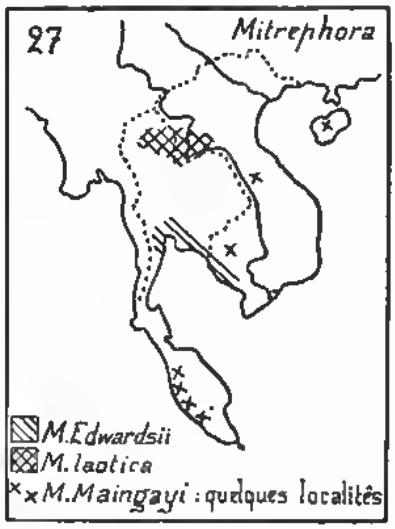
(Poulo Condore), Cambodge, Laos (jusqu'à Savannakhet), Annam (jusqu'à An khé dans la région de Qui nhon). Il n'a été trouvé dans aucune localité intermédiaire (au Tonkin ou le long de la chaîne annamitique) unissant Haïnan au sud indochinois. Le *M. Thorelii* de Haïnan est d'ailleurs un peu différent de l'espèce type et se rapproche davantage de la variété *microphylla* par ses feuilles petites à nervures serrées. Cette variété *microphylla* vient du N. du Laos entre Savannakhet, Vientiane et Xieng kouang. Au contraire, la variété *Bousigoniana* est exclusivement méridionale : Cochinchine, Cambodge, Annam jusque dans la province de Phanrang, Laos jusqu'à Melouprey.

Source : MNHN, Paris

Craib (in Florae Siamensis Enumeratio) fait remarquer que les *M. Thorelii*, *Collinsae* et *vandiaeflora* sont étroitement alliés par leurs caractères morphologiques. Leur répartition géographique est à peu près semblable, *M. Collinsae* étant originaire de Sriracha (province de Prachinburi) au S. du Siam tout près du Cambodge, *M. vandiaeflora* des provinces de Payap, Maharat, Nakawn sawan, Udawn, qui font suite aux provinces laotiennes de Vientiane et Xieng kouang.

Quelques espèces, très localisées, montrent les relations entre les flores indochinoise et siamoise : *M. laotica* (**27**) trouvé au Laos aux environs de Paklay, et au Siam vers Chiengmai ; *M. Edwardsii* (**27**), du Cambodge (monts





de Knang krépeu dans la province de Thépong) et de la partie méridionale du Siam continental (monts Cholai dans la province de Petchaburi).

L'Indochine a donné trois *Mitrephora* endémiques : *M. calcarea* du Tonkin (région de Hoa binh et Cho gahn près du delta tonkinois), *M. parviflora* de l'Annam (région de Nhatrang, Ninh hoa, et du massif de la Mère et l'Enfant), enfin *M. pallens* de l'île Tré.

Si un très petit nombre de *Mitrephora* paraissent endémiques d'Indochine, d'autres montrent les rapports entre Indochine et Siam ; *M. Maingayi* (**25**, **27**) met en évidence l'affinité de la flore du S. et du centre de l'Indochine avec celle du domaine malais. Enfin, remarquons que les *Goniothalamus* et *Mitrephora*, très proches morphologiquement, ont à peu près même distribution.

MELODORUM

Ce genre asiatique (**6**) s'étend sur le N.-E. de l'Inde (Monts Sikkim au pied de l'Himalaya, Assam, Silbet, Monts Khasia, E. du Bengale) ; il gagne en-

Source . MNHN, Paris

suite la Birmanie, Chittagong dans le Ténasserim, le Yunnan, le Siam, l'Indochine française, le S. de la Chine, Haïnan et Formose. De la Birmanie, les *Melodorum* passent dans les îles Andaman, faisant la jonction avec ceux de Sumatra et de Java ; ils abondent dans la Péninsule malaise, sont encore nombreux à Bornéo, dans les Moluques, aux Philippines, en Nouvelle-Guinée ; ils atteignent enfin le N. et l'E. de l'Australie, Queensland et Nouvelles Galles du Sud ; une espèce arrive jusqu'en Nouvelle-Calédonie.

Le nombre des *Melodorum* est particulièrement élevé dans un groupement central constitué par : Indochine 15 espèces, péninsule malaise 14 et Bornéo 9, tandis qu'il est beaucoup plus réduit dans les régions périphériques : Siam 8 espèces, Inde 6, Sumatra 5, Java 3, Philippines 3, Chine 3, Australie 3, Nouvelle-Calédonie 1.

Malgré les échanges fréquents entre ces régions, la Péninsule malaise a 6 endémiques, l'Indochine française en a 9, le Siam 4, Bornéo 5, la Nouvelle-Guinée, Sumatra et les Philippines, chacune 2.

Le tableau suivant met en évidence les passages d'espèces entre Indochine et Inde, Chine du Sud, Péninsule malaise, et la présence de quelques-unes tout autour de la mer de Chine méridionale jusqu'aux Philippines.

Espèces	Indoch.	Tenasse-rim.	Inde	Chine S.	Haïnan	Formose	Siam	Pén. mal.	Sum.	Java	Bornéo	Moluques	Philip.
Griffithii	+	+											
glaucescens ..	+			+									
Oldhami.....	+			+	+	+							
lanuginosum	+						+	+					
rubiginosum	+	+	+				+	+			+		
latifolium ...	+						+	+	+	+	+	+	+

Melodorum a vaste répartition : 1° *Melodorum latifolium* (**28**). Il croît en Indochine (au Tonkin à Quang yen, dans l'Annam près de Tourane), au Siam (Chantaburi), dans la Péninsule malaise où les localités signalées pour l'espèce et sa variété *ovoidea* sont nombreuses jusqu'à l'extrême S., à Sumatra (Asahan), à Java (Gédé, Nosa kamtanga), à Bornéo (Tawao), aux Philippines (Manille, Batangas, Mindoro).

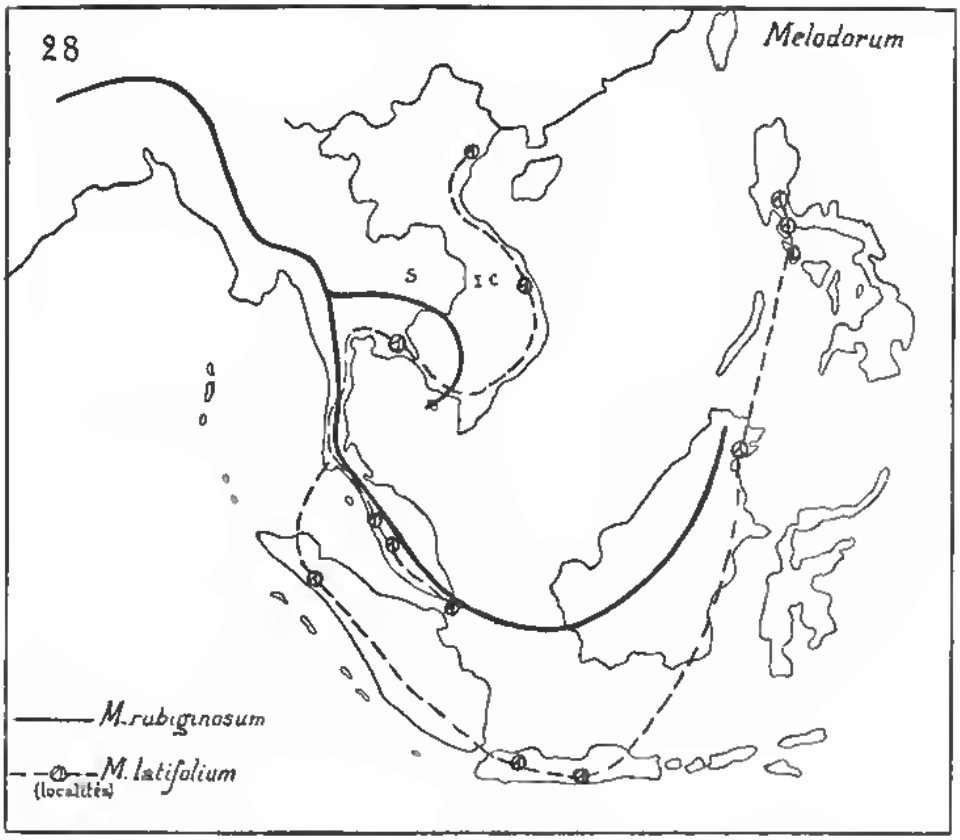
Il est impossible de supposer une dispersion récente de cette espèce : les graines lourdes ne peuvent se répandre rapidement sur une aire aussi vaste et morcelée. La propagation date donc de la période où les îles se trouvaient reliées au continent asiatique.

La distribution depuis l'Indochine jusqu'aux Philippines ne s'est pas faite par le N, puisque la Chine du S. et Formose ne possèdent pas le *M. latifolium*. D'ailleurs, Formose et Luzon ont été separées définitivement depuis le début du Tertiaire ; il existe entre elles de profondes fosses océaniques. Puisque

Source : MNHN, Paris

M. latifolium est si abondant dans la Péninsule malaise et qu'il y a même donné une variété, on peut supposer que la Péninsule malaise est son pays d'origine. De là, il se serait répandu vers le N. en direction de l'Indochine et du Siam, et vers l'E. dans les îles de la Sonde d'où il aurait gagné les Philippines.

2° *Melodorum manubriatum.* Il s'étend depuis Mergui au Tenasserim jus-



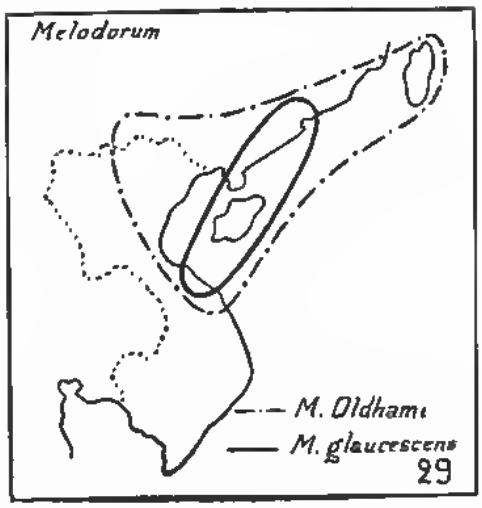
qu'à Bornéo en passant par de nombreuses localités de la Péninsule malaise et par Bangka. Il se répartit donc le long d'un arc suivant à peu près celui de l'espèce précédente mais ayant son origine plus à l'W. en Birmanie et se terminant à Bornéo.

3° *Melodorum lanuginosum.* Abondamment répandu dans toute la Péninsule malaise, et au Siam vers Puket et Lang Kawi, il se trouve plus au N. au Laos vers Xieng kouang. Probablement originaire de la Péninsule malaise, il n'a pu progresser dans la direction des îles de la Sonde, les relations étant peut-être déjà interrompues au moment de son extension entre le continent et ces îles.

Source . MNHN, Paris

4° *Melodorum rubiginosum* (**28**). Du N.-E. de l'Inde (Assam) et de Birmanie (province de Silhet, et Chittagong), il descend jusqu'à Martaban. De là partent deux chemins, l'un continuant le précédent à travers le Siam péninsulaire (Puket, Patani), la Péninsule malaise et se terminant à Bornéo, l'autre allant de la côte W. de la Péninsule indochinoise quelque part dans le Tenasserim au Cambodge (Samrong tong) et se terminant dans l'île Phu quoc. Cette répartition rappelle celle du *M. latifolium*, mais commence beaucoup plus au N.

D'autres espèces ont une répartition beaucoup plus restreinte conduisant à des conclusions fort différentes. Ce sont :



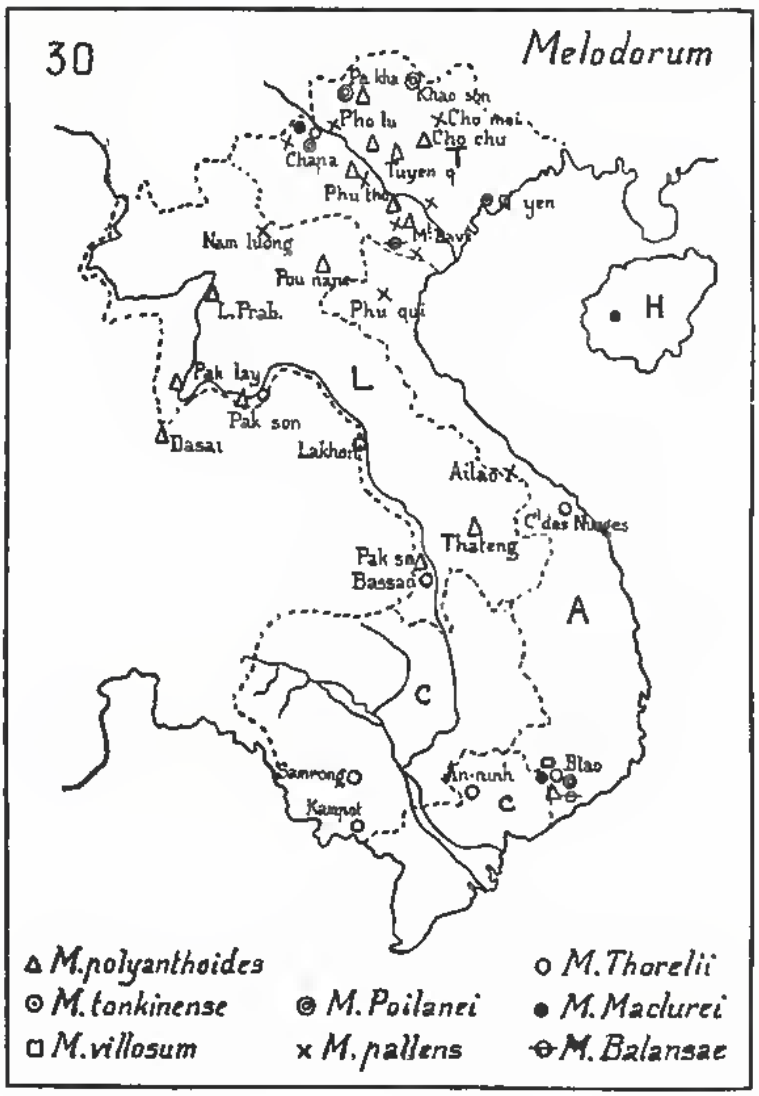
1° *Melodorum Oldhami* (**29**). Il a été récolté : au Tonkin à Khao son (province de Cao bang), dans l'Annam à Co ba (province de Ngé an) et dans les massifs de Dong cho et de Dong tri (province de Quang tri); dans la Chine du S. à Hong kong, Kwang tung, Lingnan ; dans plusieurs localités de l'île de Haïnan ; enfin il abonde à Formose où il avait été considéré comme endémique. Cette aire de répartition correspond à une unité géographique limitée par les montagnes du centre de la Chine, le Yunnan, la chaîne annamitique. Venu du Tonkin, il descend entre la côte et la chaîne jusque vers Quang tri, mais ne peut gagner le versant W. de la chaîne. Il a certainement atteint Formose et Haïnan lorsque ces îles étaient unies au continent. Comme d'autres espèces, il n'a pu passer de Formose à Luzon, ces îles étant, lors de sa dispersion, séparées depuis longtemps.

2° *Melodorum glaucescens* (**29**). Son aire, encore plus réduite que la précédente, s'étend sur le S. de la Chine, le massif annamitique de Dong tri, et probablement Haïnan. L'Annam aurait-il été relié à la Chine méridionale par Haïnan ? En tout cas, la migration à travers le Tonkin ne semble pas né-

Source : MNHN, Paris

cessaire pour expliquer la répartition de cette espèce puisqu'elle y est inconnue.

MELODORUM ENDÉMIQUES (30). 1° *M. Thorelii* a été signalé seulement sur le



pourtour de la chaîne annamitique : au Tonkin dans les monts Pia houac (à Chapa) où il atteint 1.500 m. d'altitude, dans l'Annam au col des Nuages, au Cambodge à Kampot tout près de la mer, et à Samrong tong, enfin au Laos près de la frontière siamoise à Bassac, La khôn et Nong khai.

2° *M. polyanthoides*, très fréquent en Indochine, surtout au Tonkin, existe

Source : MNHN, Paris

aussi dans le N. du Laos en de nombreuses localités, mais devient plus rare au S. du Laos et dans l'Annam (Blao et Pnom sapoum).

Très voisin du précédent, *M. polyanthum* n'est connu que dans l'Inde (Assam, Khasia, Silhet) et en Birmanie (Tchittagong hills). Ces deux espèces ont tant d'affinités aux points de vue anatomique et morphologique, qu'elles ont sans doute même origine. Leurs aires de répartition ne sont pas très éloignées. Au cours de sa migration l'espèce primitive a dû évoluer. Le passage s'est fait entre le N.-E. de l'Inde et l'Annam par le Yunnan et le Tonkin.

3° *M. pallens* n'a été récolté qu'au Tonkin et dans le N. de l'Annam (col d'Ailao dans la province de Quang tri), mais les échantillons, très abondants, viennent de nombreuses localités.

4° *M. Poilanei* et *M. Balansae* se trouvent au Tonkin et dans le Sud-Annam, province du Haut-Donnaï, respectivement à la station agricole de Blao, et entre Dankia et Yanglé, à 1.000 et 1.500 m. d'altitude.

5° Quelques espèces ne sont connues que dans une région ou une seule localité : *M. tonkinense* (du Tonkin), *M. chrysosericeum* (Laos méridional), *M. villosum* (Annam).

De cette étude sur la répartition des *Melodorum* indochinois, nous tirons les conclusions suivantes :

1° Certaines endémiques ont pu se répandre dans toute l'Indochine sans traverser la chaîne annamitique mais en l'entourant complètement (ex. : *M. Thorelii*).

2° D'autres endémiques restent extrêmement localisées (*M. tonkinense*, *M. chrysosericeum*, *M. villosum*).

3° Certaines (*M. Poilanei*, *M. Balansae*) existent au Tonkin et peuvent se retrouver dans le Sud-Annam mais manquent entre ces deux régions. Cependant *M. Maclurei* ayant, de plus, des représentants à Haïnan, indique un passage possible au moment où l'île était unie au continent.

4° L'extension des *M. talifolium*, *M. manubriatum*, *M. lanuginosum*, autour de la mer de Chine méridionale, parfois jusqu'aux Philippines, prouve que les *Melodorum* se sont répandus alors que la plateforme de la Sonde était émergée : cette répartition s'explique donc par la structure de la région indo-malaise aux époques antérieures.

5° Le domaine Tonkin-Nord Annam est étroitement lié au domaine Chine du Sud-Formose-Haïnan (répartition du *M. Oldhami* et du *M. glaucescens*).

6° La présence de *M. rubiginosum* de part et d'autre du golfe de Siam précise l'existence d'un domaine Cambodge-Siam-Péninsule malaise, actuellement détruit en partie par la formation du golfe de Siam.

MILIUSA (et SACCOPETALUM)

Nous comprenons dans le genre *Miliusa*, les *Miliusa* sensu stricto et les *Saccopetalum* qui, aux points de vue morphologique et anatomique, ne nous semblent pas présenter de différences fondamentales.

Source : MNHN, Paris

Les *Miliusa* (3) se trouvent en Asie et en Australie : dans l'Inde péninsulaire, à Ceylan, dans l'Inde orientale et le long de l'Himalaya jusqu'à la province de Garwhal ; en Birmanie (Ava et Tenasserim) ; dans tout le Siam péninsulaire et continental ; dans toute l'Indochine ; en Chine (Kwang si, Kouy tchéou, Haïnan) ; dans la Péninsule malaise ; à Java ; à Bornéo ; aux Philippines (Palawan et Luzon). Aucun *Miliusa* n'a été signalé à Célèbes ni en Nouvelle-Guinée.) Cependant on en trouve en Australie où ils se localisent dans le Queensland. Le genre a sans doute disparu dans toutes les régions faisant communiquer la partie indo-malaise avec l'Australie.

Peut-on de la répartition géographique tirer un argument en faveur de la séparation des *Miliusa* et des *Saccopetalum* ? Les deux « genres » ont à peu près même dispersion, mais les *Saccopetalum* se trouvent surtout sur le pourtour de l'aire : dans la province de Garhwal au pied de l'Himalaya, aux Philippines, à Java, au Queensland. Cependant plusieurs *Saccopetalum* se mêlent aux *Miliusa*, au Siam, au Laos, dans l'Inde. Donc les aires de répartition n'indiquent pas de différence fondamentale entre *Miliusa* et *Saccopetalum*.

Les Miliusa indochinois. — Sur 11 espèces, une seule, *M. velutina* (31), se répartit très largement depuis l'Himalaya jusqu'au S. de l'Indochine : dans l'Inde (Bengal occidental et Bahar), Garwhal (Himalaya) ; en Birmanie (Ava) ; au N. du Siam (Payap et Maharat) ; en Indochine : Cochinchine (Monts Xam dzung dans la province de Chaudoc, Phuoc than, Monts Déon ba dans la province de Tay ninh), au Cambodge (dans la province de Stung treng, les monts Rancon, les monts Chérréo, Chambok, le massif de Pursat), au Laos (Lakhôn, et dans le Laos central sur la rive gauche du Mékong). Dans tout le centre du Siam, *M velutina* reste inconnu. Peut-être est-ce une espèce en voie de disparition qui tend à occuper seulement la périphérie de son aire ancienne.

Quelques *Miliusa* se localisent au S. de l'Indochine :

1° *M. Bailloni*, de Cochinchine et du Cambodge.

2° *M. Thorelii*, du Laos (Pak lay, Luang prabang) et du Siam (Payap et Maharat, à la même latitude que dans le Laos).

3° *M. mollis* du Cambodge (Monts Chérréo et Monts Dayen) et du Siam (Rachasima et Ayuthia, dans le prolongement des localités cambodgiennes). La variété *sparsior* existe au Siam dans la Province de Udawn, un peu plus au N. que l'espèce.

4° *M. fusca* du Cambodge (Monts Chérréo, Monts Rancon, monts Knang-krépeuh). Quelques échantillons viennent du Laos, mais au lieu de présenter des feuilles petites et coriaces comme ceux du Cambodge, ils ont des feuilles minces et plus fragiles.

5° *M. campanulata* se localise au Cambodge dans les monts Knang-kré-

Source : MNHN, Paris

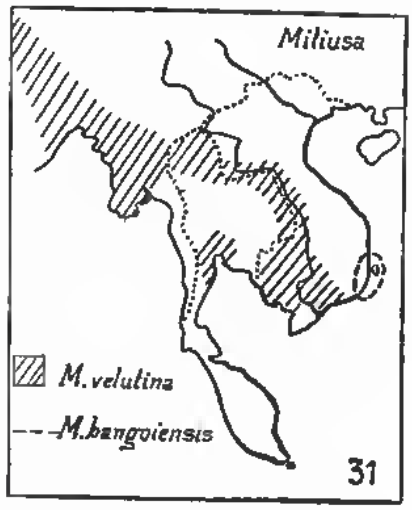
peuh et au Siam dans la province de Udawn, au S. de la courbe du Mêkong, près de Vientiane (1).

Une espèce se localise strictement au N., *M. Balansae*, récoltée au Mont Bavi, entre Hanoï et Hoa binh et dans la province de Langson.

L'Annam possède deux espèces endémiques :

1° *M. elongata* de la province de Hué et de la Dent du Tigre.

2° *M. bangoiensis* (31). D'après les notes de Poilane qui en a récolté plusieurs échantillons, cet arbuste atteint au maximum 6 m. de haut. Assez peu vigoureux en apparence, il croît sur un sol rocheux ; au S. de l'île Tré, c'est



un petit arbuste qui « émerge à peine d'entre les cailloux » ; à Bangoï (2) il mesure au plus un mètre de haut et pousse dans le sable au bord de la mer. Ses rameaux, un peu tortueux, gris, ses feuilles très glabres, luisantes, grisâtres sur le sec, minces mais coriaces, lui donnent un aspect très particulier que ne présentent aucun autre *Miliusa*. Très localisé sur la côte annamitique, il se maintient en bordure de la mer : à Ca na dans la province de Phanrang, Bangoï, Hoa cat près de Nhatrang à 100 m. d'altitude et moins de 2 km. de la mer, dans l'île Tré. Son port, l'aspect de ses rameaux et son feuillage sont dus sans doute à la proximité de la mer.

En résumé, beaucoup d'espèces paraissent très localisées, en particulier en Indochine, à Bornéo, aux Philippines, et même aux Andaman. Ce carac-

(1) Une plante de Pételot, originaire du Tonkin (province de Bac giang) a été nommée *Miliusa campanulata* ; cependant ses feuilles ne sont pas progressivement atténuées vers la base comme dans la plante type ; peut-être la plante du Tonkin est-elle seulement voisine de *M. campanulata* ou mieux encore de *M. Balansae*.

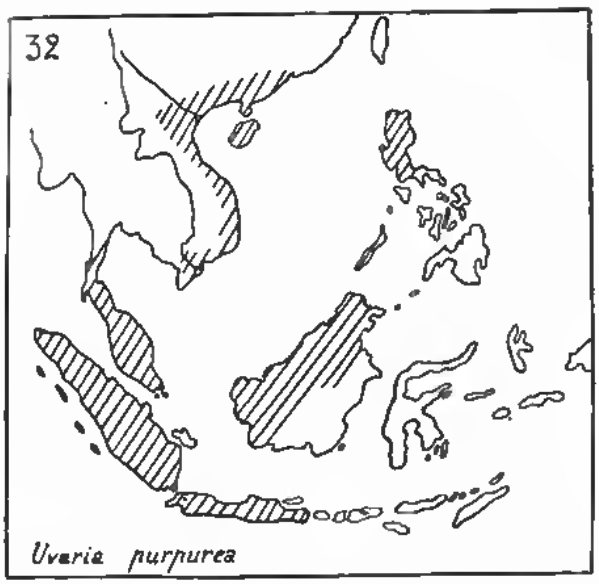
(2) Ou Banghoï.

Source : MNHN, Paris

tère, joint à la grande extension et à la discontinuité de l'aire de répartition, montre que le genre *Miliusa* est probablement assez ancien, et qu'il tend à disparaître en certaines places : nous avons vu qu'il manque entre l'Indomalaisie et l'Australie. La dispersion des espèces actuelles de l'Asie orientale aux Philippines s'est effectuée à travers la Péninsule malaise, l'W. et le N. de Bornéo, Palawan et Luzon. Enfin, le S. indochinois, et surtout le S. Annam, fournissent des endémiques très particulières.

UVARIA

Les *Uvaria* (2) sont très largement répartis à travers toutes les régions tro-



picales de l'ancien monde : Afrique, de la Somalie italienne au Sierra Leone, du S. de l'Angola à toute l'île de Madagascar ; Asie, Inde péninsulaire, Inde orientale jusqu'à l'Himalaya, Chine du Sud, toute la péninsule indochinoise, la péninsule malaise, l'archipel malais y compris les Philippines ; N.-E. de l'Australie ; Nouvelle-Calédonie et îles Fidji.

Les Uvaria indochinois. — Parmi les 13 *Uvaria* existant en Indochine, 3 s'étendent bien au delà des limites de la Péninsule :

1° *Uvaria purpurea* (32), très répandu tout autour de la mer de Chine : Chine du Sud (Hong kong, Kouang tchéou wan, Kwang tung), Haïnan, Indochine, toute la Péninsule malaise, Sumatra, Java, Bornéo, Philippines (Palawan et Luzon, Palawan faisant la jonction Bornéo-Luzon). Cette dispersion, depuis la Chine du Sud jusqu'à Luzon par le S. et non par Formose, rappelle celle du *Melodorum latifolium*.

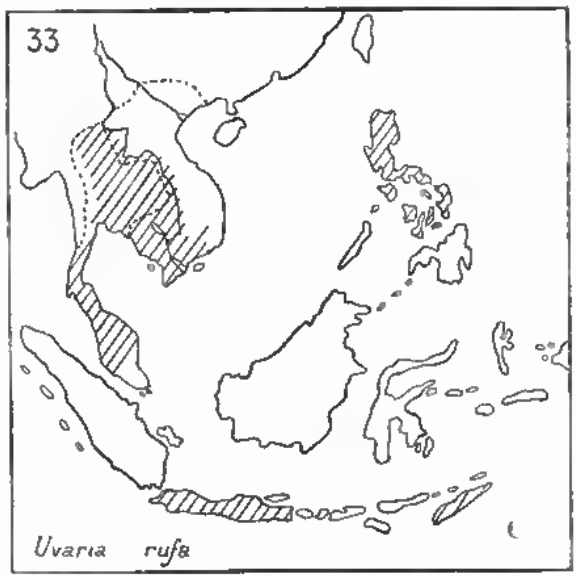
Dans cette aire si vaste, *Uvaria purpurea* varie peu. Aucune plante ne

Source : MNHN, Paris

marque le passage à une autre espèce. Il y a bien quelques variations dans la forme, la taille, la pubescence des feuilles, mais les caractères floraux, notamment la présence des grandes bractées, sont d'une constance remarquable.

Localités connues d'Indochine : au Tonkin, Cua bang dans la province de Thanh hoa ; dans l'Annam, Tourane, col des Nuages, Huê, col d'Ailao, Lang khoaï, Mai lanh (prov. de Quang tri), An khé (prov. Qui-nhon), Attopeu entre Nhatrang et Ninh hoa, Ca na (prov. Phan rang), Blao (Prov. Haut-Donnaï) ; en Cochinchine, Bao-Chiang (prov. Bienhoa).

L'aire de dispersion, commençant dans la Chine du Sud, s'étend sur le



Tonkin, longe la côte annamitique par le versant oriental de la chaîne, descend en Cochinchine, puis dans la Péninsule malaise, comme si le golfe de Siam n'avait pas été un obstacle au passage des plantes. Cet *Uvaria* ne croît jamais à l'intérieur du continent.

En Indochine, les *U. purpurea* du N. diffèrent peu de ceux de Cochinchine : ils ont seulement des feuilles plus velues. Une plante récoltée par POILANE entre Nhatrang et Ninh hoa possède des feuilles plus claires, à nervures moins serrées, plus arquées, et nervures plus courtes interposées ; l'indument des rameaux jeunes est très clair ; alors que toutes les autres plantes de cette espèce sont des lianes, celle-ci est un arbuste haut de 1 m. Cependant les caractères floraux sont rigoureusement les mêmes ; il est impossible de distinguer une espèce différente, ou même une variété de l'*U. purpurea*. C'est une forme locale venant d'un centre d'endémisme de l'Annam. Un échantillon de Ca na, lui aussi, présente un aspect un peu particulier et se rapproche de la forme précédente. Il vient d'un autre centre d'endémisme.

Source : MNHN, Paris

2° *Uvaria rufa* (**33**), comme *U. purpurea*, se disperse autour de la mer de Chine méridionale : Indochine, Siam péninsulaire et continental, Java, Timor, Philippines. Tous les spécimens gardent les mêmes caractères ; on ne constate ni variété, ni forme. Dans la péninsule indochinoise, l'espèce a gagné tout le Siam (depuis Doi sutep au N. jusqu'à Yala dans la province de Pattani), l'Indochine française : Laos central (Phou-thane, Kam keut, et, plus au S., Kong et Stung treng), Cambodge (W. du Mékong et Mimot à l'E. du Mékong), Cochinchine (environs de Baria, Bienhoa, Saïgon, le cap

Saint-Jacques, îles Poulo Condore et Phuquoc) ; enfin, elle pénètre jusque dans l'Annam au S. de Ban me thuot. Donc l'*U. rufa* se maintient à l'W. du Mékong, puis déborde un peu dans le Laos central et le Cambodge et davantage en Cochinchine et dans l'Annam.

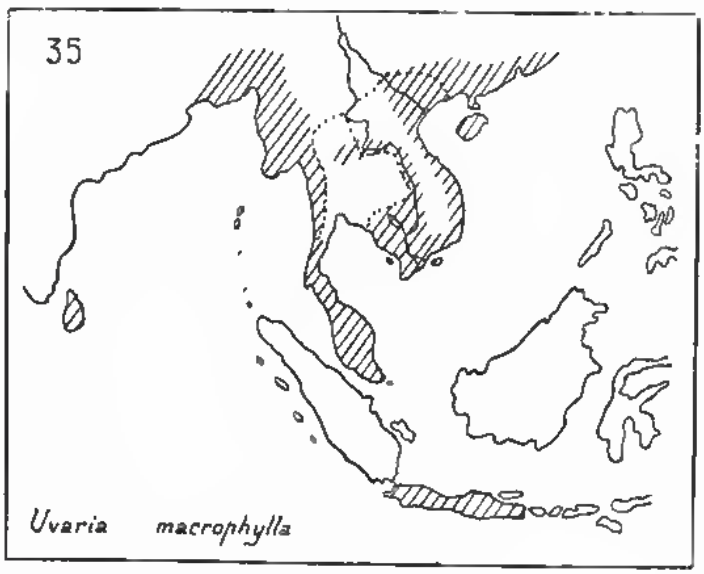
3° *Uvaria micrantha* (**34**) se répartit suivant deux arcs : l'un, allant de la Birmanie (Ava, Tenasserim, Burma) aux Andaman et à Sumatra ; l'autre, de la Péninsule indochinoise à la Péninsule malaise, Bornéo et Luzon. Dans la Péninsule indochinoise, il a gagné tout le Siam continental et péninsulaire (Provinces de Pitsanulok, Prachinburi, Puket, Pattani), puis le Cambodge, la Cochinchine et Phu-quoc ; dans l'Annam, il atteint Ca na (vers Phanrang) et Huê plus au N. L'espèce n'est parvenue ni au Tonkin, ni en Chine méridionale.

Ces trois espèces ont dû apparaître et se disperser à peu près à la même époque. Si le S. de la péninsule malaise et Bornéo correspondent à un centre de formation d'espèces et à un point de départ des migrations, ces trois *Uvaria* ont cheminé vers l'E. jusqu'aux Philippines, et vers l'W. en di-

Source : MNHN, Paris

rection de l'Indochine. Mais, alors que l'*Uvaria purpurea* se répandait dans la région actuellement en bordure de la mer, jusque dans la Chine du Sud, l'*U. rufa* passait à l'W. de la chaîne annamitique, suivait à peu près le Mékong et s'étendait toujours plus à l'W. dans le Siam. *U. micrantha* se dispersait à la fois à l'W. et à l'E. de la chaîne, mais sans aller vers le N. aussi loin que l'*U. purpurea*.

Des répartitions précédentes se rapproche celle de l'*Uvaria macrophylla* (**35**) : Chine du Sud (Kwang tung, Hongkong, Haïnan) ; Indochine (Tonkin

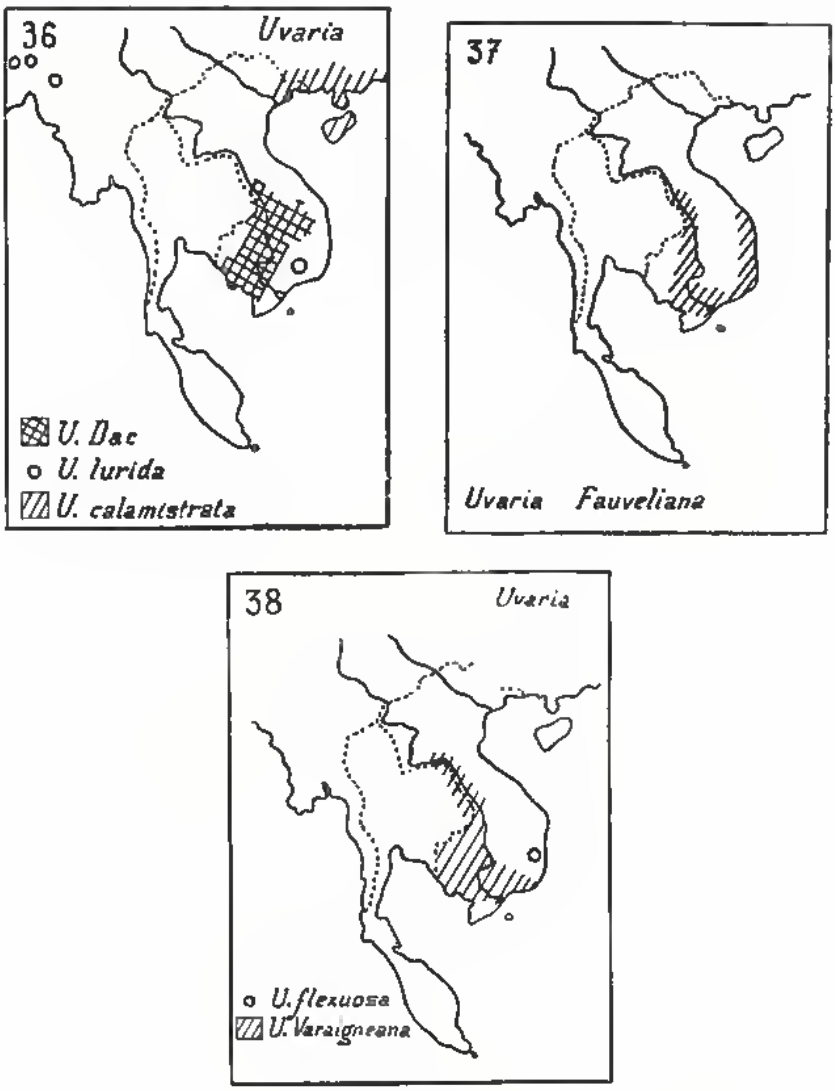


dans le delta et les régions peu élevées qui l'entourent ; Annam le long de la côte sur le versant oriental de la chaîne, Quang tri, Ca na ; à peu près dans toute la Cochinchine, Poulo-Condore et Phu quoc ; Cambodge à Kompong chnang ; Laos vers Savannakhet et Stung) treng ; Siam, province de Maharat ; Inde orientale Silhet et Chittagong ; Birmanie ; Péninsule malaise jusqu'à Singapour ; Java. Inconnue dans l'Inde péninsulaire, cette espèce est signalée à Ceylan : l'île aurait-elle été unie directement à l'Asie orientale ? *U. macrophylla* ne croît qu'à de faibles altitudes : il n'apparaît pas sur les monts élevés du Tonkin et de la chaîne annamitique.

Deux espèces non endémiques ont une répartition restreinte et originale : 1° *U. lurida* (**36**) connu de l'Inde orientale (Khasia, Assam, Sikkim) et de la Cochinchine (Song lu, Gia ray, Bienhoa), n'a jamais été signalé en Birmanie ou au Siam ; peut-être a-t-il occupé antérieurement d'autres localités ; en tout cas, son aire discontinue fait penser à une espèce ancienne en régression ; 2° *U. calamistrata* (**36**), récolté à Haïnan, à Hong kong et dans le delta tonkinois, appartient au domaine Tonkin-Chine méridionale.

Source : MNHN, Paris

Les Uvaria endémiques. — Quelques-uns se localisent au N. de l'Indochine. Ce sont : 1° *U. Boniana* du Tonkin (Ninh thai et environs de Quang yen dans le delta du Fleuve Rouge) ; 2° *U. tonkinensis* du Tonkin (Kien-khé dans la plaine de Dong ham, dans les monts Thinh-chan, à Cho-gahn, sur



le mont Bavi, sur le mont But son, à Lang hé sur le mont Den) et du Laos (Phouthane).

Par contre d'autres espèces se localisent dans le S. ou dans l'W. :

1° *Uvaria Fauveliana* (37) a été trouvé dans l'Annam (mont Bana, Nui

Source . MNHN, Paris

han héo, Massif de la Mère et l'Enfant) ; en Cochinchine (île Phu quoc) ; au Cambodge à Kampot ; au Laos vers Savannakbet. Il contourne donc la chaîne de l'Annam et pénètre au S. dans les hauteurs cambodgiennes. Cette espèce avait été considérée comme une variété de l'*U. Hamiltonii*, mais elle est bien distincte spécifiquement. *U. Hamiltonii*, originaire de la province de Sikkim et de Hong kong, se montre beaucoup plus septentrional. Il n'y a aucune jonction entre les deux aires de répartition.

2° *Uvaria Varaigneana* (**38**) vient de Cochinchine à Chiao-shan (prov. Bienhoa), du Cambodge à Angkor, du Laos entre Lao-bao et Saravane, entre L. pa toi dong et L. sav vien, enfin à Nong-kay.

3° *Uvaria Dac* (**36**), belle liane de 8 à 10 m., croît vers 300 ou 500 m. d'altitude au Cambodge : chaîne de l'Eléphant, monts Tamir, monts Chèrréo, massif de Chambok et à Taping pong (province de Pursat) ; au Laos : province de Savannakhet ; dans l'Annam vers Kontum.

4° *Uvaria Pierrei* se maintient dans le S., au Cambodge sur les bords de la rivière Pursat, à Kompong luong, Pnom penh, Angkor ; en Cochinchine dans les monts Dinh (prov. Baria). Il ne remonte pas le long du Mékong.

5° Enfin *Uvaria flexuosa* (**38**) croît dans l'Annam seulement au Massif de la Mère et l'Enfant.

Si quelques *Uvaria* sont endémiques d'Indochine, d'autres débordent largement la péninsule, comme *U. purpurea*, *U. rufa*, *U. micrantha*. L'aire totale des *Uvaria* assez comparable à celle des *Artabotrys*, s'étend plus loin en Afrique australe, englobe la Nouvelle-Calédonie, le N.-E. de l'Australie, les Fidji, qui n'ont aucun *Artabotrys*. Les *Uvaria* se sont peut-être répandus plus tôt, alors que l'Australie était en connexion avec les îles actuelles.

POPOWIA

Répartition (**4**) : Afrique (zone tropicale et Afrique australe jusqu'à Port Natal et au Zambèze face à la côte occidentale de Madagascar), à Madagascar (qui comprend 15 espèces environ presque toutes de l'W., très peu du Sambirano, du centre et de l'E.), au N. de l'Australie (à Port Essington), en Asie (Inde péninsulaire, Indochine), Sumatra, Java, Bornéo, Philippines, Nouvelle-Guinée. En Asie, les espèces sont en plus grand nombre dans la Péninsule malaise et à Bornéo, qui constitueraient un centre de dispersion pour les espèces asiatiques. La Nouvelle-Guinée en possède aussi un assez grand nombre.

Ce genre n'est pas homogène. Les *Popowia* d'Afrique n'ont pas la même apparence que ceux d'Asie ou d'Australie, et, dans l'Indochine elle-même, tous les *Popowia* décrits correspondent à des types morphologiques divers et possèdent des caractères anatomiques un peu différents.

Les *Popowia* malgaches restent assez semblables à ceux d'Asie : les feuilles de quelques-uns possèdent même forme, même texture que celles du *P. diospyrifolia* indochinois, et souvent les fruits n'ont qu'une graine comme ceux

Source : MNHN, Paris

des *Popowia* d'Indochine. D'autres, au contraire, présentent des fruits moniliformes rappelant ceux des *Desmos*. Sont-ils bien des *Popowia* ?

Les Popowia indochinois. — Voici la répartition des 4 espèces indochinoises.

1° *P. aberrans* (**39**) se localise au S. de l'Indochine : en Cochinchine (Bienhoa, Saïgon, Tay ninh) sauf dans l'extrême S. ; au Cambodge, depuis Kampot jusqu'à Stung treng vers le N. ; au Laos, à Melouprey, un peu plus au N. que Stung treng.

2° *P. diospyrifolia* (1) croît depuis 300 m. environ dans les forêts, jusqu'à 1.100 m. C'est un arbre à feuilles lisses, mais divers échantillons sont des lianes à feuilles coriaces et luisantes, poussant souvent sur un sol rocheux ; ceux-ci sont originaires de Thua thien dans le nord-Annam, de l'île Tré, Cana et Bangoï dans le sud-Annam.

P. diospyrifolia (**40**) est fréquent en Cochinchine dans la région de Bienhoa (Trian, Song lu, Bienhoa, An binh), et au Cambodge où il s'étale largement sur la plaine et dans les massifs (Kampot, Angkor, Kompong chnang, massif de Chambok, Anlong veng vers Stung treng). Puis il remonte de chaque côté de la chaîne annamitique : à l'E., le long de la côte jusqu'à Quang tri et Thua thien ; à l'W., suivant le Mékong jusqu'à Savannakhet, puis à Nong khay sur la grande courbe du Mékong.

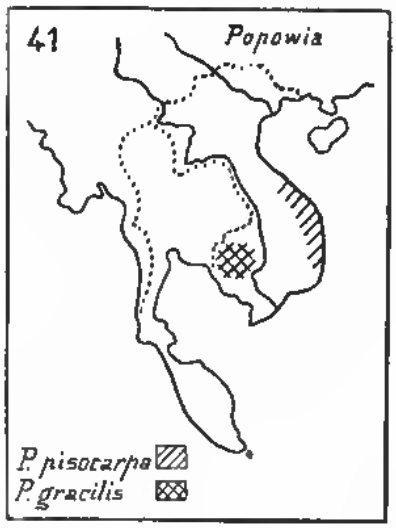
Cette espèce semble originaire du sud indochinois ; de là elle se serait dispersée sur les deux versants de la chaîne annamitique. Sur le versant oriental se serait créée une forme bien spéciale.

(1) D'après Poilane, les fruits de ce *Popowia* sont délicieux.

Source : MNHN, Paris

3° *P. gracilis* (**41**), belle liane de 15 m. de longueur, à très petites fleurs, poussant sur un sol argilo-rocheux, se localise au Cambodge à Trassay dans la province de Pursat.

4° *P. pisocarpa* (**41**) est répandu autour de la mer de Chine méridionale : Haïnan, Annam, Siam péninsulaire, Péninsule malaise, Bornéo, Java, Philippines.Des Philippines, il est passé en Nouvelle-Guinée. En se dispersant si largement, il a donné naissance à des plantes plus ou moins distinctes du type, d'où les nombreuses espèces affines existant actuellement un peu partout, surtout aux Philippines (*P. polyandra*, *P. polyantha*, *P. lanceolata*, *P. Beccarii*, *P. polytricha*). En Indochine, il atteint 700 à 800 m. d'altitude dans



le massif de Dong cho, sur la Dent du Tigre et le massif de Dong co pat. Il est donc limité à la côte de l'Annam entre Nhatrang et Quang tri.

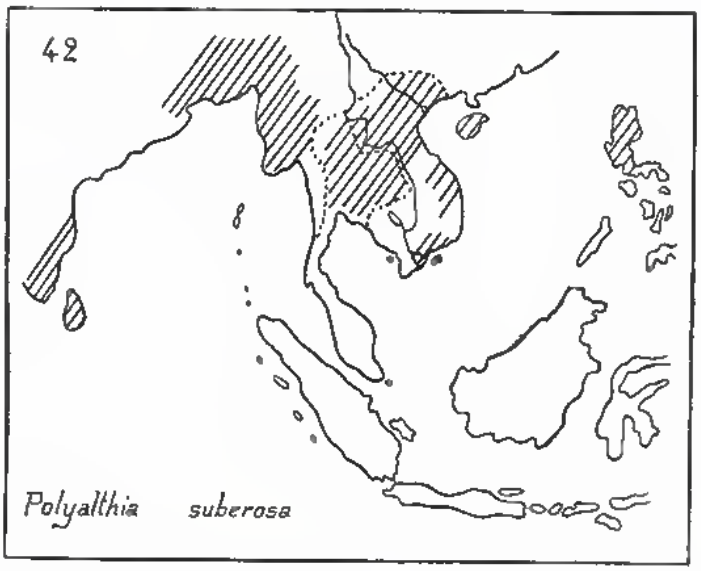
Ainsi, un petit nombre seulement de *Popowia* représentent ce genre en Indochine ; un seul, à large distribution, a donné naissance à plusieurs espèces affines.

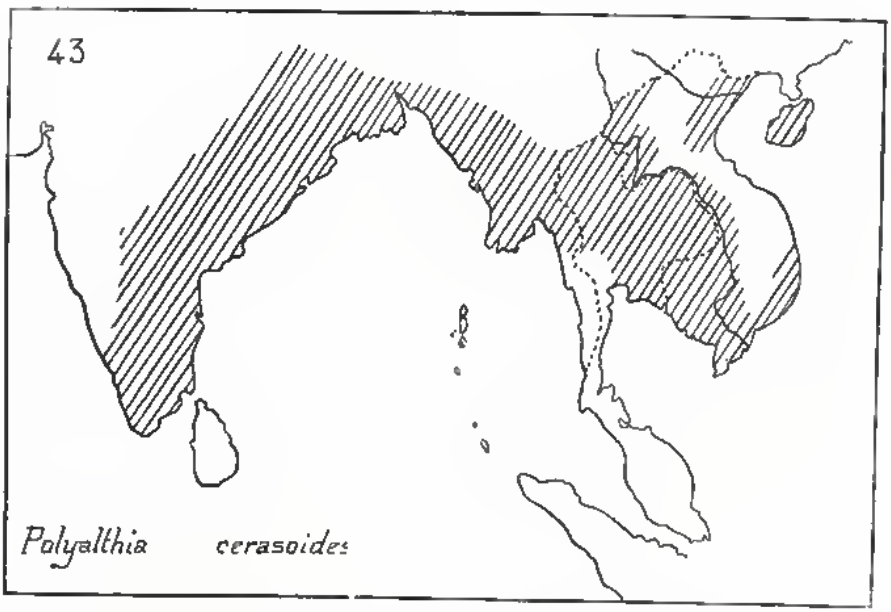
POLYALTHIA

Presque toutes les régions tropicales et quelques régions subtropicales du vieux continent possèdent des *Polyalthia* (**3**) : Afrique tropicale, Madagascar, Inde péninsulaire, Ceylan, Inde orientale, Chine du Sud et Formose, péninsules malaise et indochinoise, archipel malais, Australie (N. de l'Australie, Queensland, Nouvelles-Galles du Sud), Nouvelle-Calédonie et îles Fidji.

Source . MNHN, Paris

LES POLYALTHIA INDOCHINOIS. — Espèces non endémiques. Un seul *Polyalthia* a une répartition très vaste, *P. Jenkinsii*, que l'on trouve dans l'Inde





orientale (Silhet, Assam), les îles Andaman, Haïnan, dans l'Annam vers Nhatrang et Ninh hoa, en Cochinchine à Trang bôm, puis dans la Péninsule malaise, les îles de la Sonde, les Philippines (Luzon, Masbate, Samar, Leybe,

Source . MNHN, Paris

Mindanao), Célèbes et les Moluques. Espèce ancienne, elle s'est établie sur l'Asie continentale et les îles de la Sonde lorsqu'elles étaient reliées au continent. Des Philippines, elle a gagné ensuite Célèbes et les Moluques.

P. suberosa (**42**), connu au S. de l'Inde péninsulaire, à Ceylan, dans l'Inde orientale, le Tenasserim, une grande partie du Siam, existe en plusieurs localités au Laos, au Tonkin, dans l'Annam surtout vers Tourane et Quang tri, et en Chine (Kwang tung, Hong kong, Haïnan). Répandu aux Philippines (Luzon, Mindanao), il n'est signalé sous ce nom, ni dans la Péninsule malaise, ni dans les îles de la Sonde.

Plusieurs espèces ne quittent pas le continent asiatique :

1° *P. cerasoides* (**43**), arbre atteignant 10 m. de haut, croît jusqu'à 900 m. d'altitude. Quelquefois le sommet de l'arbre se penche ; il peut aussi se présenter comme une liane de 5 à 6 m. Cependant si le port de la plante varie, l'aspect de ses rameaux reste le même.

P. cerasoides n'existe que dans l'Inde péninsulaire (S., centre et E.), et la Péninsule indochinoise (Birmanie, Siam, Indochine, Haïnan). En Indochine, on le trouve au N. (Pho vi vers Bac giang) ; dans le nord-Annam (province de Vinh) ; dans le sud-Annam (vers Nhatrang, Phanrang, Ninh hoa) ; en Cochinchine (province de Chaudoc) ; au Cambodge, à Kompong cham, Pursat, Kompong speu ; au Laos, le long du Mékong vers Khôn et Kemmarat, Savannakhet, et, plus au N., Luang prabang et dans le Haut Mékong à Muong sing. Il occupe à peu près tout le Siam continental.

D'après ce qui précède, la région située le long du Mékong, le Cambodge et la Cochinchine apparaissent donc étroitement liés au Siam continental. Le sud-Annam est le prolongement de ce domaine. La chaîne annamitique seule ne possède pas cette espèce.

2° *P. simiarum* (**44**), dont l'aire s'étend sur l'Inde orientale, les Andaman, la Péninsule indochinoise, le Siam, et, en Indochine, le Laos, la Cochinchine et le Cambodge, se heurte à la chaîne annamitique et ne passe pas à l'E. de cette chaîne.

3° *P. corticosa* (**45**), bel arbre de 20 m. de haut à port pyramidal, dont les rameaux sont parfois tous groupés au sommet, trouvé à Penang, gagne, en Cochinchine, la province de Bienhoa, et, de là, les forêts du Haut-Donnaï dans le sud-Annam, puis il remonte le long de la côte vers Tourane.

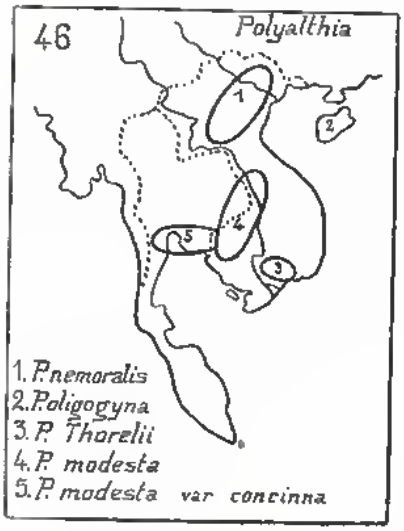
Haïnan possède une espèce très affine : *P. consanguinea* (**45**).

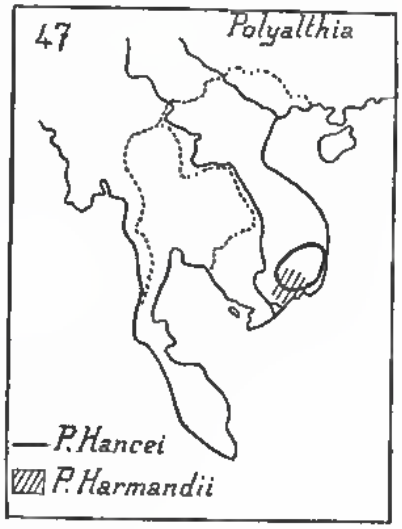
4° *P. jucunda* s'étend du Siam au Cambodge et en Cochinchine, puis remonte vers le N. dans les forêts de la région de Nhatrang, sur le versant S.-E. du massif de la Mère et l'Enfant jusqu'à Quang tri et sur la Dent du Tigre. Il est très voisin du *P. Laui* de Haïnan. Au Cambodge, tous les échantillons ont des feuilles un peu velues, en Annam, elles sont glabres et à face supérieure plus ou moins brillante comme chez le *P. Laui*. Les autres caractères semblent si proches que l'on admet difficilement l'existence de deux espèces :

Source : MNHN, Paris

ce ne sont probablement que deux formes. Il faut alors supposer qu'une communication directe a pu exister entre la région de Quang tri et Haïnan.

5° *P. oligogyna* (**46**) est distribué au Tonkin (Pho vi) et à Haïnan.



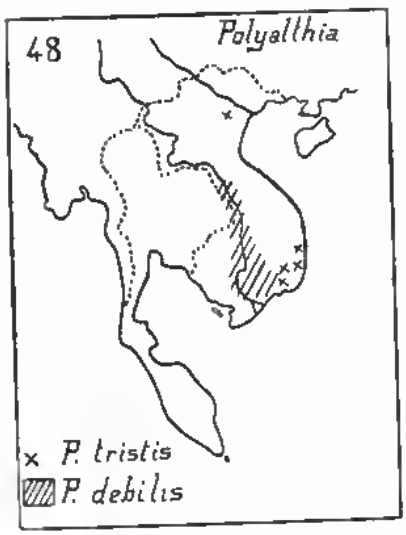


6° *P. plagioneura* a une répartition un peu plus étendue : Tonkin, Chine méridionale, Haïnan.

Espèces endémiques. — La plupart sont méridionales. *P. luensis*, *Harmandii* (**47**), et *P. Thorelii* (**46**) se trouvent uniquement en Cochinchine.

Source : MNHN, Paris

P. modesta (**46**) croît au Cambodge vers Pursat, et monte dans le Laos jusqu'à Khong sur le Mékong. Sa variété *concinna* (**46**) existe à la limite du Siam continental et du Siam péninsulaire. *P. Hancei* (**47**) de la province de Bienhoa en Cochinchine, monte dans l'Annam jusque vers les sources du Donnaï. *P. debilis* (**48**) abonde en Cochinchine vers Baria, Bienhoa, Tay ninh, et au Cambodge vers Kompong speu, au Laos le long du Mékong dans l'île de Khôn et jusqu'à Savannakhet. Les trois variétés du *P. evecta* se confinent au S., mais, alors que la variété *intermedia*, la plus abondante, existe dans tout le Cambodge, dans l'Annam jusqu'à Qui nhon, vient dans le Laos jus-



qu'à Vientiane, et s'étend sur le S. et l'E. du Siam continental, la variété *baochianensis* se localise en Cochinchine vers Thudaumot et Bienhoa, et la variété *attopeuensis* au Laos vers Attopeu et Savannakhet.

P. tristis (**48**) présente une aire discontinue : Cochinchine vers Bienhoa et sur les bords du Donnaï, sud-Annam jusqu'à Ca na et Nhatrang, enfin Mont Bavi, au Tonkin. La forme du Tonkin diffère de celle du Sud indochinois.

Deux espèces sont des endémiques du N. de l'Indochine : *P. Petelotii* de Chapa au Tonkin, et *P. nemoralis* (**46**) trouvé au Tonkin en de nombreuses localités (Mont Bavi, province de Muong, Monts Kien-khê, Pho vi, Thai nguyen) et au Laos à Xieng kouang.

Quelques endémiques viennent de l'Annam : *P. Clemensorum* de Tourane, *P. minima* de Cana, *P. floribunda* de Tra la.

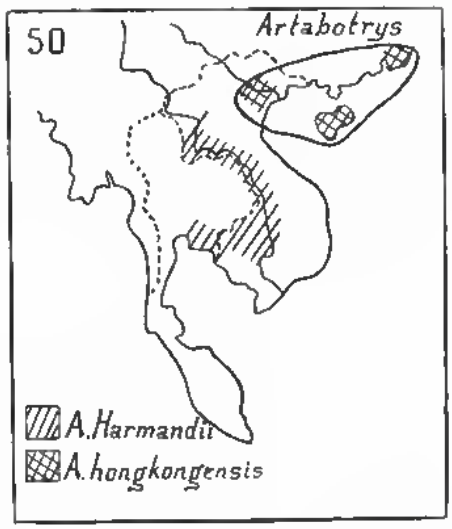
En résumé, le genre *Polyalthia* a une très large distribution. Les aires de répartition vastes se présentent souvent comme discontinues. Les endémiques sont assez nombreuses, celles de l'Indochine existent au N., au S. et sur le versant E. de la chaîne annamitique.

Source : MNHN, Paris

ARTABOTRYS

Les *Artabotrys* (2) habitent les régions tropicales et subtropicales de l'ancien monde : toute l'Afrique tropicale, Madagascar (E., W., et Sambirano), Inde péninsulaire et orientale, Ceylan, péninsule indochinoise, Chine méridionale et Formose, péninsule malaise, tout l'archipel malais et la Nouvelle-Guinée.

La distribution des *Artabotrys* s'opéra donc au moment où la connexion des continents asiatique et africano-malgache existait encore, et où le passage



était possible entre les îles de la Sonde et le continent asiatique (1). L'arrivée dans l'île de Formose s'effectua par la Chine du Sud au moment de la réunion de l'île au continent, probablement au Pléistocène. La migration à partir de la Nouvelle-Guinée jusqu'en Australie n'a pu se produire, la liaison étant, sans doute, interrompue entre ces deux régions.

Les Artabotrys indochinois. — On ne peut tenir aucun compte de l'aire de répartition de l'*A. odoratissimus* trouvé de l'Inde aux Philippines et aussi à Madagascar et aux Comores, car cette espèce est très souvent cultivée pour son parfum ou comme plante d'ornement.

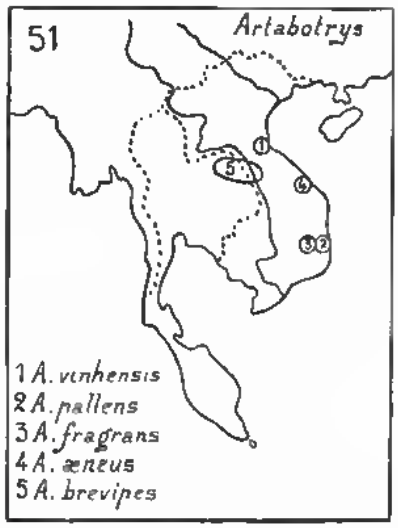
A. intermedius (**49**), considéré quelquefois comme identique à l'*A. odoratissimus*, ou comme une variété de cette espèce, s'en distingue nettement. En Indochine il se répartit ainsi : en Cochinchine, monts Déon ba à 300 m. d'al-

(1) C'est ce que souligne la distribution de l'*A. suaveolens*, inconnu en Indochine. Son aire affecte la forme d'un arc entourant la mer de Chine méridionale (Inde orientale, Birmanie, Siam, péninsule malaise, Java, Bornéo, Moluques, Philippines).

Source : MNHN, Paris

titude dans la province de Tay ninh, Phuoc than, Tan huyen, monts Dinh dans la province de Baria, île Phu quoc ; au Cambodge à peu près partout ; au Laos il remonte le long du Mékong jusqu'à La khon, et, plus au N., sur la boucle du fleuve à Nong khay ; dans l'Annam, au S. et sur le versant oriental de la chaîne, notamment à Baran (province de Phanrang), Ca na, Ninh hoa et Nhatrang ; au Tonkin, aucun échantillon n'a été récolté. Il est connu aussi à Java.

A. hongkongensis (**50**) trouvé en 3 endroits : Hongkong, Haïnan, Tonkin (Mont Bavi) a une aire restreinte. L'échantillon du Tonkin diffère un peu morphologiquement de ceux de Hongkong; les feuilles, plus grandes, ont une



pilosité plus abondante. La plante de Haïnan elle-même est un peu différente de celle de Hongkong, cependant plus proche de cette dernière que de celle du Tonkin. Il existe donc sinon deux espèces, au moins deux formes différentes. Ces plantes se localisent dans la région Tonkin-Haïnan-Chine méridionale.

Parmi les endémiques de la Péninsule indochinoise citons :

A. Harmandii (**50**), connu au Siam (provinces de Chantaburi et Prachinburi), au Cambodge (provinces d'Angkor et de Pursat), puis en bordure du Mékong à Samboc et Stung treng, enfin au Laos le long du Mékong (île de Khône, Bassac, Vientiane, Luang prabang).

A. brevipes (**51**) trouvé seulement au Siam (Udawn au S. de la boucle du Mékong), et au Laos (bord du Mékong à Savannakhet).

Quatre espèces ne proviennent que d'une localité d'Indochine :

A. pallens (**51**) de Baran (province de Phanrang), à 300 m. d'altitude ;

A. fragrans (**51**) du massif de Braïan (Haut Donnaï) à 1100 et 1300 m.

Source : MNHN, Paris

d'altitude ; *A. aeneus* (**51**) de Hoi mit, près de Hué ; *A. vinhensis* (**51**) de Phu-qui (province de Vinh).

Parmi les 12 *Artabotrys* d'Indochine, 7 ne quittent pas la péninsule indochinoise (Indochine et Siam) ; la localisation très étroite de 4 de ces derniers souligne l'importance du versant oriental de la chaîne annamitique au point de vue des endémiques.

OXYMITRA

Le genre *Oxymitra* (**5**) a des représentants dans les régions tropicales de l'Afrique occidentale : Gabon, Angola, Nigeria du sud, Cameroun, Sierra Leone, île Fernando Po, Congo belge. En Asie, il s'étend dans la région indo-malaise : Assam, Silhet, Tenasserim, Siam, Indochine (sauf le N.), Péninsule malaise, Sumatra, Java, Bornéo, Célèbes, Philippines, îles Salomon.

Baillon avait signalé un *Oxymitra obtusata* en Nouvelle-Calédonie, mais les échantillons ne possèdent pas de fleurs, les feuilles n'ont pas la nervation caractéristique des *Oxymitra* malais, les fruits sont assez différents de ceux du genre ; de plus, les *Oxymitra* n'existent pas en Australie. Nous admettrons donc que le genre n'est pas représenté en Nouvelle-Calédonie.

Les *Oxymitra* malais sont bien caractérisés, sur le sec, par la teinte rouge de leurs feuilles, leurs nervures et veinules saillantes. Les espèces africaines n'ont pas le même aspect, elles montrent cependant une morphologie florale assez proche de celle des espèces asiatiques.

A l'opposé de l'Asie continentale, et de Sumatra, Java, Célèbes, pauvres en *Oxymitra*, Bornéo et les Philippines se montrent beaucoup plus riches : ainsi la péninsule indochinoise en possède 3, les Philippines au moins 13, Bornéo, 7.

Presque toutes les espèces semblent endémiques ; 2 seulement sont largement répandues : *O. fornicata* et *O. glauca* ; ce dernier s'étend depuis la péninsule malaise, Sumatra, Bornéo, jusque dans les forêts des Philippines à de basses altitudes, donc autour de la mer de Chine méridionale.

Les Oxymitra indochinois. — Ils ne s'étendent pas au delà du continent asiatique et manquent totalement au Tonkin, dans l'Annam septentrional et le N. du Laos.

Oxymitra fornicata (**52**) possède une aire de répartition très dissociée : Indes orientales (Assam et Silhet), le Tenasserim (Mergui), puis tout le Cambodge et la Cochinchine, enfin l'Annam vers Tourane. Il semble absent de tout le Siam ; peut-être y a-t-il existé antérieurement et en est-il disparu.

O. affinis connu à Malacca, Pérak, et au Siam, a été récolté à Vientiane au Laos. Cette région du Laos est liée au Siam et par suite à la péninsule malaise.

Comparons la répartition des *Oxymitra* à celle des *Goniothalamus*. Con-

Source : MNHN, Paris

trairement aux *Oxymitra*, les *Goniothalamus* n'existent pas en Afrique. En Asie, l'aire des *Goniothalamus* s'étend davantage à l'W. (elle englobe Ceylan et l'Inde péninsulaire), mais ne comprend pas à l'E. les îles Salomon. On peut admettre que les *Goniothalamus* sont moins anciens que les *Oxymitra*. Bien que proches morphologiquement, ces deux genres diffèrent non seulement par leurs caractères anatomiques, mais aussi par leur distribution géographique : ils n'ont probablement pas même origine. Mais les espèces africaines sont-elles bien des *Oxymitra* ?

ANAXAGOREA

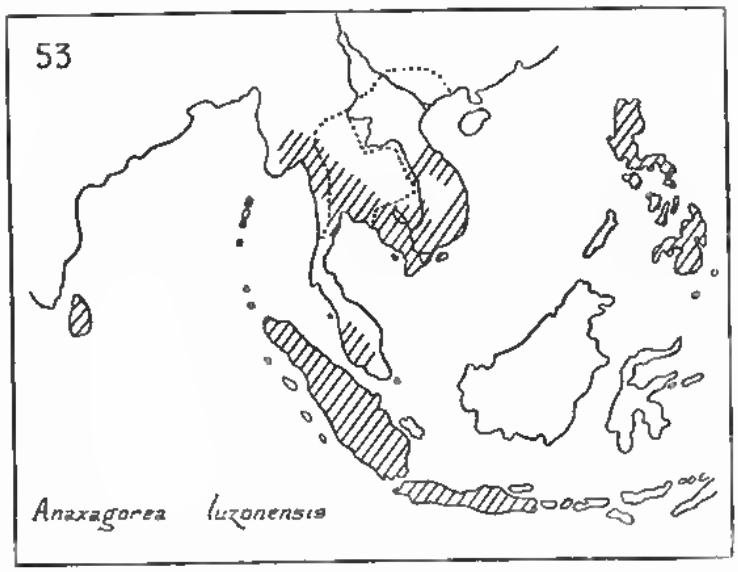
Les *Anaxagorea* (**6**) diffèrent des autres genres par quelques caractères morphologiques, en particulier par leurs fruits déhiscents. Leur aire de dispersion augmente encore le contraste avec les autres Anonacées. Dans la région indomalaise à Sumatra, Java, Bornéo, aux Philippines, existent très peu d'espèces. Le genre n'atteint ni la Nouvelle-Guinée ni l'Australie. L'Amérique centrale et l'Amérique du Sud possèdent une dizaine d'espèces au Brésil, dans la Guyane britannique, au Pérou, Venezuela et Nicaragua, Costa Rica et Panama.

Si les *Anaxagorea* se trouvaient en Nouvelle-Guinée et en Australie, et s'il était hors de doute qu'un continent ait joint autrefois l'Australie à l'Amérique, la répartition du genre s'expliquerait facilement. Il est plus vraisemblable d'admettre que les *Anaxagorea* ont vécu dans toute la zone tropicale actuelle et disparu peu à peu de certaines régions. En Asie quelques espèces se sont maintenues, en Afrique aucune n'a subsisté, mais l'Amérique en a conservé un assez grand nombre.

Source : MNHN, Paris

Anaxagorea luzonensis (**53**), en Indochine seule espèce du genre, petit arbuste des sous-bois, atteint au maximum 1 m. de haut et croît sur les sols rocheux et les terres rouges, à 200, 600 m. et quelquefois 1.200 m. d'altitude. L'un des échantillons récoltés par POILANE en Cochinchine possède des tiges rampantes en contact avec le sol et émettant des racines adventives.

Dispersée très largement depuis Ceylan, la Birmanie, le Siam, l'Indochine, la Péninsule malaise, Sumatra, Java, jusque dans les Philippines sauf à Palawan, cette espèce semble inconnue à Bornéo. En Indochine elle se répand



au S. ; Cambodge (monts Tamir, Kompong cham), Cochinchine (prov. Bienhoa) (1), Poulo Condore, puis elle progresse vers le N. au Laos jusqu'à Savannakhet, et dans l'Annam sur le versant S.-E. du massif de la Mère et l'Enfant ; on la retrouve plus au N. de l'Annam à Quang tri. On ne connaît pas de station intermédiaire entre ces deux dernières localités, mais l'*A. luzonensis* croît au col d'Ailao à 400 ou 600 m. d'altitude. Ce col, passage naturel entre Laos et Annam, à la même latitude que Savannakhet et Quang tri, a probablement permis à cette espèce établie au Laos de gagner le nord-Annam.

XYLOPIA

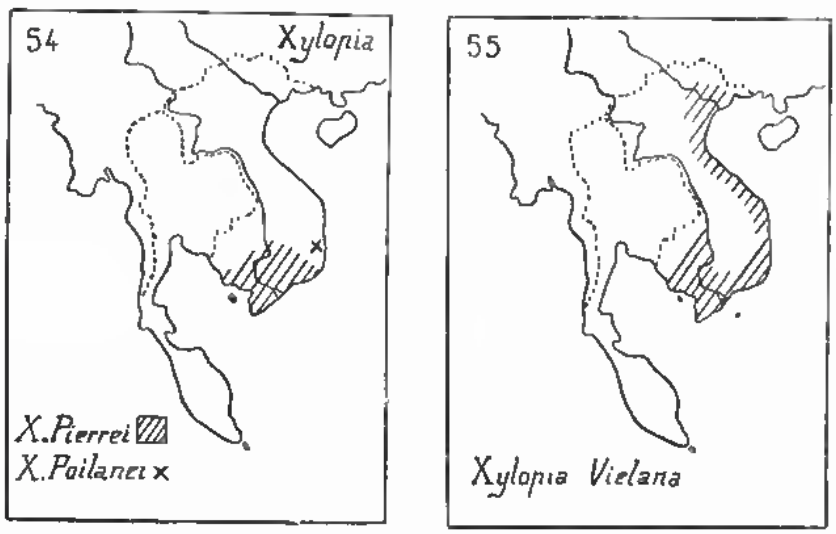
Seuls parmi les Anonacées, les *Xylopia* (**1**) occupent les régions tropicales de tous les continents. Ce genre s'est installé sur presque toute l'Amérique centrale (Mexique, Panama, Cuba, la Jamaïque, la Martinique, sur toute la

(1) Sur terre rouge parsemée de bombes volcaniques.

Source : MNHN, Paris

partie équatoriale et tropicale de l'Amérique du Sud (Brésil, Equateur, Venezuela, Amazone, Guyane, Pérou), en Afrique dans l'W. tropical (Angola, Sierra Leone, côte d'Ivoire, Nigeria, Sénégambie, Sénégal, Cameroun) et au S. de l'équateur (Gabon, Congo français et belge) ; à Madagascar, il croît principalement le long de la côte N.-E. et E., deux espèces seulement arrivant dans la région centrale et deux à l'W. ; les îles Maurice et Bourbon possèdent également des *Xylopia*. Dans l'Inde, au Siam (1), dans la Chine du Sud et Formose, le genre n'est pas signalé.

En Indochine il y a peu d'espèces mais, représentées par de nombreux



spécimens, elles occupent une grande partie du territoire. A Ceylan, dans la péninsule malaise et à Bornéo, le nombre d'espèces est élevé ; il est moindre à Sumatra, en Nouvelle-Guinée et aux Philippines. Les *Xylopia*, inconnus en Australie, semblent cependant avoir gagné la Nouvelle-Calédonie.

Si l'on compare le nombre d'espèces dans les différentes régions : Amérique 20, Afrique occidentale 6, Madagascar 10 et 2 variétés, Maurice et Bourbon 2, Ceylan 3, Indochine 3, Péninsule malaise 14 dont 8 endémiques, Bornéo 12 dont 6 endémiques, Philippines 5, Sumatra et Nouvelle-Guinée 1, Nouvelle-Calédonie 3, on constate que, toutes proportions gardées, le plus grand nombre se trouve à Madagascar, à Ceylan, dans la Péninsule malaise et à Bornéo. Ces régions correspondaient peut-être, antérieurement, à un centre de dispersion des espèces. La dominance des *Xylopia* sur la côte E. de Madagascar semble indiquer une relation entre flore asiatique et malgache aux époques antérieures.

(1) *X. Vielana* aurait été signalé au Siam par Williams, mais Craib (Fl. Siam. en.) pense que c'est une erreur.

Source : MNHN, Paris

Les Xylopia indochinois. — Les trois espèces indochinoises, endémiques, assez semblables d'aspect, se distinguent cependant bien les unes des autres : grands arbres de 25 m. de haut, elles croissent dans les forêts à 200 ou 600 m. d'altitude, sur les sols rocheux ou argileux. *X. Vielana* est parfois introduit dans les jardins au Tonkin.

X. Poilanei (**54**) se localise au N. de Ninh hoa sur le versant S.-E. du massif de la Mère et l'Enfant. *X. Pierrei* (**54**) s'étend sur la Cochinchine et les parties basses du S. du Cambodge. *X. Vielana* (**55**), réparti sur presque tout le Cambodge, la Cochinchine, Phu quoc et Poulo condore, suit la côte vers le N., en bordure de la chaîne annamitique, aux faibles altitudes ; au Tonkin il reste dans les régions basses jusqu'à Thai nguyen, à la limite des plateaux et de la chaîne annamitique ; sur la côte, il s'arrête à Quang yen.

Tous les *Xylopia*, quelle que soit leur origine, présentent le même aspect (feuilles coriaces souvent luisantes, toujours glabres, fleurs à pétales longs et étroits, dilatés en onglet à la base). La concavité du réceptacle, n'existant pas chez d'autres Anonacées, serait-elle une marque d'ancienneté pour le genre ? Il semble, en effet, le plus ancien parmi les Anonacées, puisque son expansion date de l'époque où tous les continents communiquaient.

Source . MNHN, Paris

III. RÉPARTITION DES GENRES ET ESPÈCES EXISTANT EN INDOCHINE :

Déductions tirées des observations sur les Anonacées vivantes et fossiles ; comparaisons des aires d'Anonacées avec celles de divers végétaux et animaux.

RÉPARTITION DES GENRES EXISTANT EN INDOCHINE

Parmi les 23 genres représentés en Indochine, si l'on excepte les *Anona* cultivés dans toutes les régions tropicales, 12 sont indomalais, 3 indomalais-australiens, 2 indomalais-africains, 3 indomalais-africains-australiens, 1 indomalais-africain-américain-canaque, 1 indomalais-américain.

Précédemment, les aires des genres ont été délimitées et les relations intercontinentales exposées ; s'appuyant sur ces considérations, il est possible de résumer la dispersion des Anonacées de la façon suivante.

Un seul genre, *Xylopia*, sans doute le plus ancien, se répand assez tôt pour gagner toutes les régions tropicales, et trouve partout des conditions de vie suffisantes pour se maintenir jusqu'à l'époque actuelle : originaire de la région indomalaise, il gagne Madagascar où les espèces se multiplient. Son arrivée en Afrique se fait par Madagascar ou peut-être directement depuis l'Inde. Enfin, il gagne l'Amérique au plus tard à l'Eocène inférieur, si la séparation Afrique-Amérique du Sud a eu lieu à cette époque. Donc, si réellement la propagation s'est faite d'Asie en Afrique puis en Amérique, le genre était établi sur tous ces continents à l'Eocène inférieur. Mais, au contraire, ne peut-on supposer que les espèces soient passées directement d'Asie en Amérique ? La distribution du genre *Anaxagorea* se comprendrait bien par l'existence d'une « zone continentale pacifique » (Joleaud) unissant l'Australie et la Nouvelle-Zélande à l'Amérique du Sud. La part d'incertitude est trop grande pour que nous puissions tenir compte de ce continent hypothétique.

Nous admettrons donc que les communications entre l'Asie et l'Amérique se sont faites par l'Afrique où le genre s'est maintenu (*Xylopia*) ou a disparu (*Anaxagorea*).

D'autres genres, apparus probablement plus tard, ne gagnent pas l'Amérique ; ils n'habitent que l'Asie et l'Afrique tropicales dont les connexions

Source : MNHN, Paris

entre Madagascar, continent africain, Inde et Ceylan expliquent la dispersion des *Artabotrys*, *Uvaria*, *Popowia*, *Polyalthia*. Les *Oxymitra*, connus en Afrique et en Asie, n'ont pas été récoltés à Madagascar, ni dans l'Inde péninsulaire, ni à Ceylan. Les *Oxymitra* auraient-ils disparu de ces régions ? Il semble plus vraisemblable de conclure que les espèces asiatiques et les espèces africaines appartiennent à deux genres différents. SPRAGUE et HUTCHINSON (1916, p. 153), après examen des caractères morphologiques, concluent que les espèces africaines doivent être maintenues provisoirement dans les *Oxymitra*, mais seront peut-être considérées comme constituant un genre distinct quand leurs caractères seront mieux connus. La répartition géographique conduit à la même conclusion.

La dispersion des genres dans la région indomalaise s'interprète facilement grâce aux connaissances botaniques et géologiques relatives à cette région. Le nombre des espèces et leur diversité dans le S. de la péninsule malaise et à Bornéo suggèrent l'existence d'un foyer de formation d'espèces : serait-ce le « Sunda centre » que H. J. LAM (1938) met en évidence à propos de la phylogénie des Burséracées-Canariées malaises ? Les géologues ont prouvé que l'émersion de la plateforme de la Sonde faisait communiquer le continent asiatique avec les grandes îles actuelles. Les espèces pouvaient donc, depuis le Crétacé et pendant une grande partie du Tertiaire, se répandre sur cette vaste terre ; parties du centre péninsule malaise-Bornéo, elles ont réussi vers l'E. à gagner les Philippines grâce à la liaison Bornéo-Philippines qui s'est maintenue sans doute jusqu'à la fin du Pléistocène. MERRILL et LAM ont déjà fait remarquer que le détroit de Macassar n'a été traversé par aucune espèce végétale depuis le Paléogène : certains genres, s'arrêtant aux Philippines, ont donc leur aire de répartition limitée par ce détroit : *Sageraea*, *Anaxagorea Ellipeia*, *Dasymaschalon*. Des Philippines, quelques genres purent gagner Célèbes et les Moluques. Des Moluques, le passage s'avérait facile jusqu'en Nouvelle-Guinée grâce aux connexions existant à la fin de l'Eocène ou au Miocène. Le cheminement direct depuis les îles de la Sonde et Java jusqu'au S. de Célèbes semble peu probable, les connexions s'étant rompues très tôt, à la fin du Secondaire ou au début du Tertiaire.

Quelques genres venant également des îles de la Sonde, présents en Nouvelle-Guinée, manquent aux Philippines (*Rauwenhoffia* et *Cyathostemma*). Ont-ils réussi à passer le détroit de Macassar ? On peut supposer qu'ils suivirent la même route que les précédents, mais disparurent en certains points.

Du centre de dispersion, les plantes se dirigèrent aussi vers l'W., traversant la péninsule malaise, gagnant ensuite l'Indochine, quelquefois même la Chine du Sud. Quelques représentants indomalais (*Polyalthia*) parvinrent à Formose ; d'autres espèces atteignirent Haïnan par le Tonkin, ou, peut-être, par une communication directe avec le versant oriental de l'Annam. D'autres Anonacées, abandonnant complètement l'E. de la Péninsule indochinoise, se sont répandues dans la Birmanie, puis dans l'Inde orientale, et même dans l'Inde péninsulaire et à Ceylan.

Source : MNHN, Paris

Les Anonacées malaises à vaste répartition ne proviennent pas toutes du centre Péninsule malaise-Bornéo ; un certain nombre d'espèces, originaires d'autres régions, se dispersèrent aux mêmes époques, le long des mêmes voies, grâce aux connexions entre continent et îles actuelles.

Quelques genres (*Mitrephora*, *Melodorum*, *Miliusa*) possèdent des représentants en Australie, seulement au N. et à l'E. : le N. de l'Australie a été en connexion avec la Nouvelle-Guinée à l'Eocène supérieur et au Pléistocène.

RÉPARTITION DES ESPÈCES ENDÉMIQUES D'INDOCHINE

Les 143 espèces d'Anonacées indochinoises se répartissent en 23 genres d'importance très inégale : 5 d'entre eux semblent monospécifiques, 13 ont de 2 à 10 espèces, 5 en possèdent plus de 10 ; le genre *Polyalthia*, le plus important, en a 22.

La moitié des espèces, soit 70 environ, sont endémiques de l'Indochine ; de plus, 16 existent uniquement en Indochine et dans le Siam continental. Les espèces endémiques vivent souvent sur une faible étendue, ou en une seule localité ; d'autres se répartissent sur toute l'Indochine, par exemple *Alphonsea tonkinensis* qui va du N. (mont Bavi) jusqu'au S. dans le Haut-Donnaï, traversant ainsi des régions fort différentes ; *Melodorum Thorelii*, *M. polyanthoides*, *M. pallens* (limite S. : col d'Ailao), *M. Poilanei*, *M. Balansae* (limite S. : Blao), *Polyalthia tristis* (limite S. : Bienhoa). Elles présentent, en général, un aspect un peu différent d'une région à l'autre ; seraient-ce des paléoendémiques ?

Régions et centres d'endémisme. — 1° Le Tonkin (**56**) : 8 endémiques s'y localisent le plus souvent autour du delta du Fleuve Rouge : *Melodorum tonkinense*, *Mitrephora calcarea*, *Miliusa Balansae*, *Orophea tonkinensis*, *O. multiflora*, *Alphonsea squamosa*, *Uvaria Boniana*, *Polyalthia Petelotii*. Une autre espèce existe au N.-W., tout près de la frontière : *Alphonsea Boniana* ; deux passent au Laos : *Uvaria tonkinensis* et *Polyalthia nemoralis*.

2° Le Sud indochinois (**56**) : Cambodge, Cochinchine, Laos méridional. Si, au Tonkin, les Anonacées restent assez localisées, elles semblent, par contre, s'étaler dans le sud indochinois : au Tonkin, les hauteurs assez importantes gênent leur cheminement ; au Cambodge où il n'y a que des plateaux peu élevés, elles se répandent plus facilement.

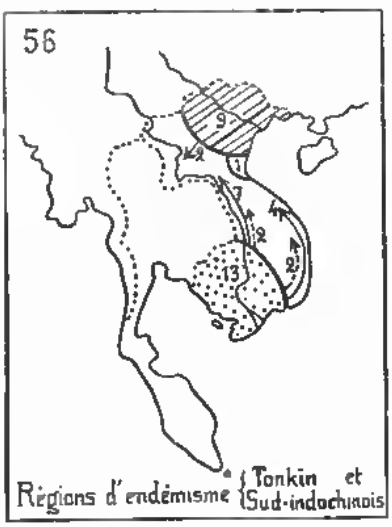
Huit espèces conservent, au S. de l'Indochine, une aire assez peu étendue : *Melodorum chrysosericeum*, *Goniothalamus repevensis*, *Xylopia Pierrei*, *Popowia aberrans*, *P. gracilis*, *Miliusa Bailloni*, *Orophea Harmandiana*, *Uvaria Pierrei*. Cinq appartiennent en particulier à la Cochinchine : *Alphonsea Phiasreana*, *Polyalthia Thorelii*, *P. Harmandii*, *P. evecta* var. *baochianensis*, *P. luensis*.

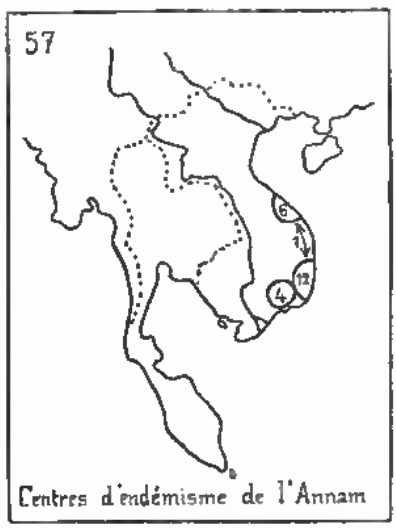
Partant de cette région, les suivantes longèrent le Mékong, remontant

Source : MNHN, Paris

dans le Laos jusqu'à Savannakhet et même Vientiane : *Miliusa fusca*, *Orophea Thorelii*, *Uvaria Dac*, *U. Varaigneana*, *Polyalthia debilis*, *P. modesta*, *P. evecta* var. *allopeuensis*. D'autres, au contraire, ont atteint, vers l'E., le versant annamitique : *Cyathostemma Wrayi* var. *indochinensis*, *Goniothalamus tamirensis*, *Xylopia Vielana*, *Orophea Desmos*. Deux espèces se dirigèrent vers le N., à la fois par l'E. et par l'W. : *Popowia diospyrifolia*, *Uvaria Fauveliana*.

3° L'Annam (57) n'offre pas de vastes régions d'endémisme, mais seulement des centres d'endémisme d'étendue restreinte. Le premier, vers Tourane et Hué, possède 6 Anonacées : *Cyathocalyx subsessilis*, *Goniothalamus*





touranensis, *G. elegans*, *G. multiovulatus*, *Artabotrys aeneus*, *Polyalthia Clemensorum*. Le second, au S. de l'Annam, face à la mer, comprend Nhatrang-Ninh hoa, l'île Tré, le massif de la Mère et l'Enfant et même Phanrang ; 12 en, démiques y existent : *Cyathocalyx annamensis*, *Mitrephora parviflora*, *M. pallens*, *Xylopia Poilanei*, *Dasymaschalon Robinsonii*, *D. Evrardii*, *Miliusa bangoïensis*, *Artabotrys pallens*, *A. fragrans*, *Uvaria flexuosa*, *Polyalthia minima*, *P. floribunda*. En outre, quelques Anonacées y acquièrent des caractères particuliers et deviennent des formes nettement distinctes ; une seule croît dans les deux centres à la fois : *Alphonsea Gaudichaudiana*.

Dans le troisième centre (région de Blao — Haut-Donnaï), plus éloigné de la mer, signalons 4 endémiques : *Melodorum villosum*, *Cyathocalyx filiformis*, *Goniothalamus donnaïensis*, *Polyalthia Hancei*.

Ces centres d'endémisme, localisés dans les montagnes, ou bordés à l'E. par la mer et à l'W. par les hauteurs de la chaîne annamitique sont, par suite, peu étendus : doivent-ils leur existence aux communications qui persistèrent

Source : MNHN, Paris

assez tard avec les îles de la Sonde ? Si cette raison est la seule, il doit y avoir une grande affinité entre la végétation de l'Annam et celle de Bornéo et de Palawan. Or, les centres d'endémisme offrent une flore bien spéciale, au moins pour les Anonacées. Nous avons vu que l'E. de l'Annam a un relief bien différent de celui des autres régions ; la présence de la chaîne fait dévier la mousson d'hiver qui, venue du N.-E., souffle entre la chaîne et la côte avec une direction différente et arrose la bande littorale ; en été, la mousson se heurte à la chaîne, d'où chute de pluie sur le versant occidental et sécheresse sur le versant oriental. Quelques massifs du centre et du Sud-Annam comptent parmi les plus arrosés de l'Indochine. Exposée à l'influence de la mer, toute la région possède un climat moins continental que celui du Laos. Le caractère équatorial qui subsiste encore au Cambodge et en Cochinchine, disparaît dans l'Annam. La situation géographique, la nature géologique, les conditions topographiques et climatiques du versant E. de l'Annam, causes de l'apparition de nombreuses endémiques, confèrent donc à l'Annam, et surtout au Sud-Annam, une véritable individualité.

RÉPARTITION DES ESPÈCES NON ENDÉMIQUES D'INDOCHINE

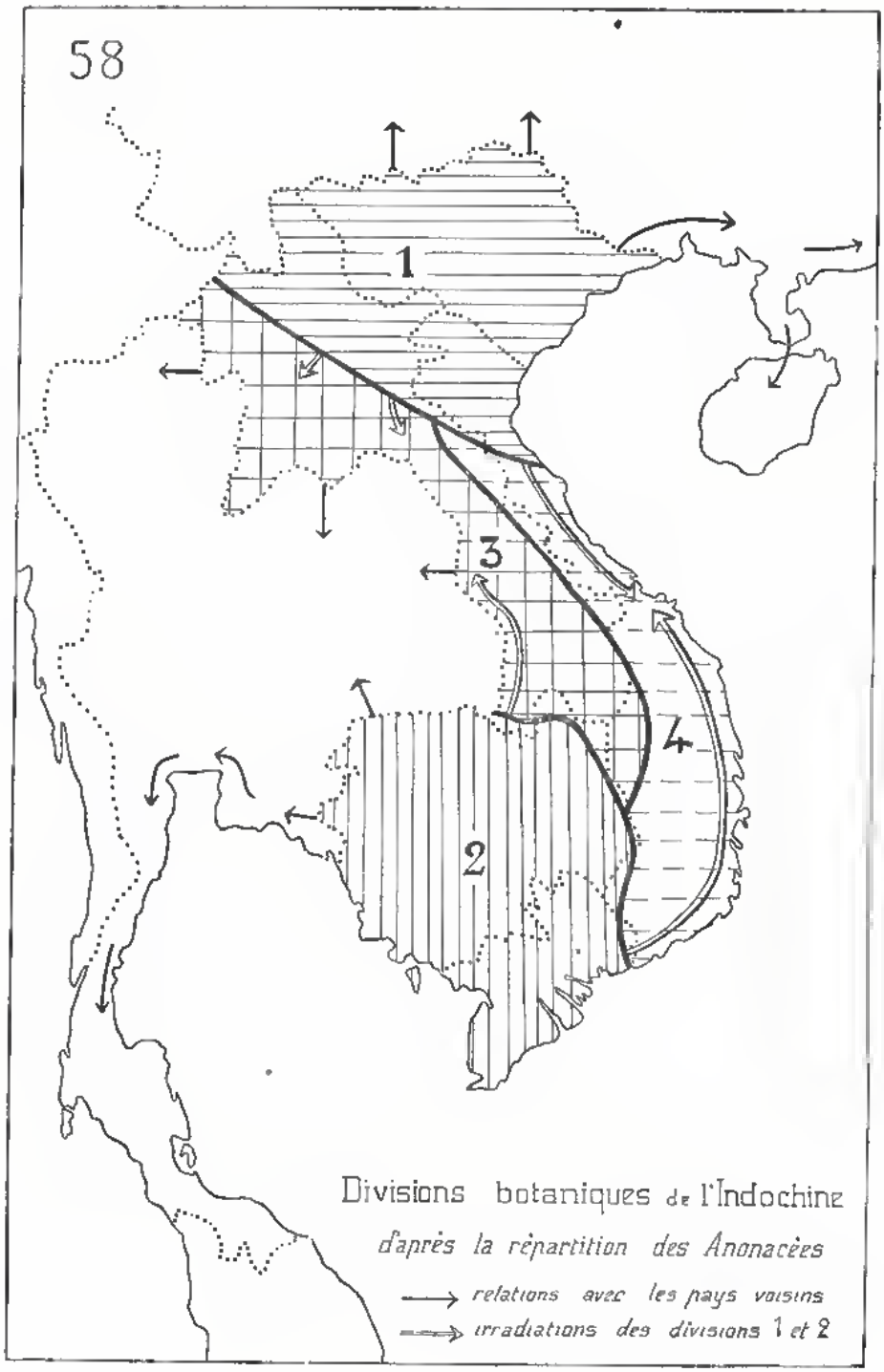
Affinités de la flore indochinoise.

La répartition des espèces non endémiques ne s'étendant pas à de très grandes distances hors de l'Indochine fait comprendre les affinités entre les différentes régions de l'Indochine et les pays voisins (Voir carte n° **58**).

Relations avec la Chine du Sud. — Le Tonkin est lié assez étroitement à la Chine méridionale, à Formose et Haïnan, aux points de vue géographique et climatique. Ils possèdent en commun plusieurs Anonacées : *Artabotrys hongkongensis*, *Polyalthia plagioneura*, *Uvaria calamistrata*. Le nord-Annam (province de Vinh), et même jusqu'à Quang tri et Tourane ont quelque affinité avec cet ensemble (*Melodorum Oldhami*). Il peut y avoir passage direct de la Chine du Sud à l'Annam par Haïnan (*Melodorum glaucescens*). Parfois les plantes, inconnues en Chine, se trouvent au Tonkin et à Haïnan : *Dasymaschalon glaucum*, *Melodorum Maclurei*.

Relations avec le Siam. — Parmi les Anonacées existant seulement en Indochine et au Siam, les unes mettent en évidence les relations : *a*) entre le Laos septentrional depuis Luang prabang jusqu'à la courbe du Mékong et le Siam septentrional, région de Chieng mai et S. de la courbe du Mékong. Ce sont par exemple : *Miliusa lineata*, *Miliusa Thorelii*, *Mitrephora laotica* ; *b*) entre Savannakhet au Laos et la région de Udawn (*Artabotrys brevipes*). Les autres, plus nombreuses, soulignent les rapports entre Cambodge et Siam : *Dasymaschalon lomentaceum*, *Miliusa mollis*, *M. campanulata*, *Artabotrys Harmandii*, *Desmos Hahnii* croissent au Cambodge et dans l'E. du Siam, continental. *Mitrephora Edwardsii* passe du S. du Cambodge, vers la côte du golfe de Siam, jusqu'au Siam continental et au N. du Siam péninsulaire

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

toujours près de la côte. Rarement une espèce du Cambodge se retrouve dans le N. du Siam (*Dasymaschalon soolepense*).

Parfois l'aire s'étend en grande partie au Siam, donc à l'W. du Mékong : Cambodge et Cochinchine en forment seulement la terminaison orientale (*Cananga latifolia*). Inversement, quelques localités siamoises peuvent constituer le prolongement de l'aire cambodgienne : *Polyalthia jucunda*, *P. evecta* var. *intermedia*. L'W. et le S.-W. de l'Indochine sont donc en relations botaniques étroites avec le Siam, comme le font d'ailleurs prévoir leurs caractères géographiques et climatiques similaires.

Relations avec la péninsule malaise. — Plusieurs espèces se répartissent tout autour du golfe de Siam : ou le golfe s'est formé seulement après leur dispersion, donc ne leur a pas été un obstacle, ou bien elles ont pu le contourner (ex : *Rauwenhoffia siamensis*).

Relations avec la Birmanie. — L'aire de quelques Anonacées indochinoises s'étend en Birmanie : *Melodorum Griffithii* n'existe hors de l'Indochine que dans le Tenasserim.

Relations avec l'Inde. — L'Inde orientale a des affinités nettes avec l'Indochine : *Miliusa velutina*, *Uvaria lurida*, *Oxymitra fornicata*. La proximité du *Melodorum polyanthum* de l'Inde orientale et du *M. polyanthoides*, qui ont sûrement une origine commune, souligne aussi les relations entre ces pays. L'Inde péninsulaire et Ceylan possèdent aussi certaines Anonacées indochinoises (*Polyalthia cerasoides*).

En résumé, si les affinités paraissent très nettes entre l'Indochine et les pays contigus, elles s'affaiblissent vers les contrées plus éloignées telles que l'Inde. Le nombre d'espèces en commun est plus élevé entre l'ouest indochinois et le Siam qu'entre Tonkin et Chine méridionale, limite septentrionale de l'aire occupée par les Anonacées.

Relations avec l'Insulinde et la Nouvelle-Guinée. — Parmi les représentants de la famille répandus hors du continent asiatique, autour de la mer de Chine méridionale : îles de la Sonde, Bornéo, Philippines, citons : *Melodorum rubiginosum* (Assam à Bornéo) ; *Uvaria rufa* (jusqu'aux Philippines) ; *Mitrephora Maingayi* (limite E : Bornéo), *Uvaria purpurea*, *U. micrantha* (côte de l'Annam jusqu'à Luzon), *Anaxagorea luzonensis* (de Ceylan aux Philippines), *Uvaria macrophylla* et *Anomianthus heterocarpus* (atteignant Java). Très rares sont les espèces qui purent atteindre la Nouvelle-Guinée, comme *Popowia pisocarpa* connu depuis Haïnan jusqu'aux Philippines et en Nouvelle-Guinée.

Ces aires très étendues mettent en évidence les affinités de la flore indochinoise avec celle des contrées lointaines. Permettant aussi de dater grossièrement l'époque d'apparition de ces végétaux, elles attestent que Indochine et Philippines communiquèrent par la péninsule malaise, Sumatra, Bornéo et Palawan. La dispersion des espèces s'explique comme celle des genres.

Source : MNHN, Paris

RÉPARTITION DES ANONACÉES ACTUELLES ET DIVISIONS BOTANIQUES DE L'INDOCHINE

L'Indochine, ne possédant pas de famille spéciale, et peu de genres endémiques, paraît, d'après CHEVALIER et EMBERGER (1937), un « territoire de liaison, plutôt qu'un territoire autonome ». Beaucoup de familles, les Anonacées en particulier, *n'ont pas de genres endémiques* dans ce pays. L'Indochine n'est donc pas isolée mais liée à la région florale de l'Asie des Moussons: Indochine, Siam, Birmanie orientale, Haïnan (CHEVALIER et EMBERGER, 1937). Parmi les Anonacées, de nombreuses espèces communes à l'Indochine et à la Malaisie mettent en évidence les relations entre la région florale d'Indochine et l'Empire floral de la Malaisie. Cependant son histoire géologique, son orographie, la diversité de ses climats, et, par suite, le *grand nombre de ses espèces endémiques*, confèrent à l'Indochine une originalité certaine.

D'après CHEVALIER et EMBERGER (1937), l'Indochine comprend 4 domaines : 1° le domaine équatorial au S. (Cochinchine et Cambodge) qui correspond à la forêt dense et à la mangrove de la presqu'île de Camau ; 2° le domaine de la savane arborée, faisant suite au précédent sur une grande partie du Cambodge, de la Cochinchine, de l'Annam, du Laos, et qui s'étend jusqu'au Tonkin méridional ; 3° les forêts inondées de l'intérieur du Cambodge ; 4° les collines et basses montagnes du Cambodge jusqu'au S. de l'Annam. Les mêmes auteurs jugent prématuré de différencier des domaines dans la contrée : chaîne annamitique, grande partie du Laos et du Tonkin.

Actuellement, les divisions botaniques de l'Indochine paraissent donc encore imprécises. Il serait évidemment présomptueux de les établir d'après les conclusions tirées de l'étude d'une seule famille végétale ! Sans avoir cette prétention, nous dirons cependant que, relativement aux Anonacées, on peut distinguer en Indochine quatre divisions principales (**58**).

1re division : L'aire nord-indochinoise comprend : la plaine tonkinoise et l'ensemble des hauteurs sino-tonkinoises qui l'entourent, le Haut-Laos étroitement uni au Haut-Tonkin et au Yunnan, le Nord-Annam constituant le prolongement du Tonkin méridional par la structure et la direction S.-E. de ses chaînes. Ce vaste ensemble forme une unité aux points de vue géographique et climatique et possède beaucoup d'Anonacées endémiques. Plusieurs d'entre elles se retrouvent dans la Chine méridionale, à Formose et à Haïnan. Des relations étroites existent donc entre toutes ces contrées.

2e division : Cochinchine-Cambodge. Située à l'extrême S. de la péninsule indochinoise, elle possède une végétation tropicale et même équatoriale. Sa flore se rattache au reste de l'Indochine mais aussi à la péninsule malaise et aux îles de la Sonde, et surtout au Siam continental. Des espèces présentes jusque dans la Chine méridionale s'y trouvent, mais elles ont une répartition très vaste gagnant souvent la Malaisie.

3e division : Bande médiane occidentale. Entre les deux aires précédentes

Source : MNHN, Paris

s'étend une aire assez étroite mais très longue limitée au N. par Luangprabang et le S. de la province de Vinh, au S. à peu près par les frontières du Cambodge et de la Cochinchine ; elle est séparée longitudinalement en deux parties par la chaîne annamitique. La troisième grande division de l'Indochine correspond au versant W. de la chaîne annamitique et aux plateaux et plaines qui le bordent à l'W. Elle comprend donc le S. du Laos septentrional, le Laos central, le Laos méridional. Individualisée par quelques endémiques, elle se lie au Siam, un grand nombre d'Anonacées vivant à la fois au Laos et dans la partie adjacente du Siam ; c'est aussi un passage pour les plantes, les unes venant du Tonkin jusque vers la courbe du Mékong, les autres montant du Cambodge, le long du Mékong, jusque vers Savannakhet ou plus rarement vers Vientiane.

4e division : Bande médiane orientale. Elle correspond au versant E. de la chaîne annamitique et à la plaine étroite qui longe la côte d'Annam. Elle s'étend du S. de la province de Vinh jusqu'au S. de la province du Haut-Donnaï et contient les 3 centres d'endémisme indochinois. C'est aussi un lieu de passage : certaines espèces descendant du Tonkin jusque vers Quang tri, d'autres remontant de la Cochinchine jusqu'à Nhatrang ou, plus au N., le long de la côte jusqu'à Tourane et même Quang tri. La région de Quang tri apparaît donc comme un point de jonction des flores venant du N. et du S. Cette division est incontestablement la plus riche et la plus variée ; elle communique avec la précédente par le col d'Ailao (410 m.) que les Anonacées peuvent utiliser facilement.

L'Indochine française comprend donc une aire vaste au N., une autre aussi étendue au S., toutes deux réunies par 2 bandes permettant les migrations végétales entre les régions extrêmes. Elle nous apparaît comme une unité en relation étroite avec les pays voisins.

Si nous considérons les Anonacées à vaste répartition, l'Indochine se présente alors comme une voie pour celles qui vont du continent asiatique à l'archipel malais ou inversement. Ces espèces l'envahissent complètement, ou suivent le chemin étroit du versant E. de l'Annam, ou s'étalent largement à l'W. de la chaîne. L'Indochine paraît enfin la limite de quelques autres qui, dispersées sur l'Inde, la péninsule malaise ou la Chine méridionale, n'ont pu quitter le continent asiatique.

RÉPARTITION DES ANONACÉES FOSSILES ; LEURS MIGRATIONS POSSIBLES

A l'état fossile, on ne connaît avec certitude que deux genres d'Anonacées : *Anona* Linné et *Asimina* Adanson. Berry (1928) signale dans le territoire de Santa Cruz (République Argentine) une feuille qu'il croit pouvoir attribuer au genre *Rollinia* St-Hil., mais cette identification est, dit-il, « hasardeuse ». Les *Anona* fossiles (15 à 20) représentés souvent par des feuilles et

Source : MNHN, Paris

quelques-uns (5 environ) par des fruits ou des graines, existent en Amérique et en Europe. Les *Asimina*, peu nombreux, 4 ou 5 espèces seulement, sont tous américains. Une forme trouvée en Italie dans des terrains pliocènes a été attribuée au genre *Asimina*, mais Berry (1914) suppose que c'est un *Anona*.

Anonacées fossiles de l'Amérique du Nord. — Les plus anciennes Anonacées fossiles apparaissent dans le Crétacé supérieur de l'W. des Etats-Unis : La flore du « Dakota sandstone » contient *Anona cretacea* Lesq. ; celle du « Montana group », *Asimina eocenica* Lesq. (?) La formation de Laramie appartenant à la partie terminale du Crétacé supérieur (ou au début du Tertiaire ?) présente l'*Anona robusta* Lesq. (Berry 1916). A notre connaissance dans le Crétacé supérieur du Groenland et du Canada, aucune Anonacée n'est signalée.

A la base de l'Eocène des Montagnes Rocheuses (Denver formation), se trouve le plus ancien *Asimina* attribué à ce genre avec certitude.

La flore tropicale de Wilcox (S.-E. des Etats-Unis) date de l'Eocène inférieur ; elle possède 3 *Anona* connus par leurs feuilles, et un *Asimina* décrit d'après une graine, vivant avec *Nipa*, *Cinnamomum*, *Artocarpus*, genres actuellement orientaux, mais cosmopolites au début du Tertiaire (Berry, 1914). Au cours de l'Eocène, le caractère tropical du climat s'accroît jusqu'à l'Oligocène.

Le Miocène de New-Jersey présente une espèce proche des espèces actuelles.

Dans la flore pléistocène du Canada, Penhallow (1896) a pu déterminer comme Anonacées des débris végétaux trouvés dans des dépôts interglaciaires. Dans la flore de la Don River (Ontario) n'existent que des espèces vivant actuellement plus au S. : cette flore indique un climat plus chaud que le climat actuel (*Asimina triloba*).

En Amérique du Sud, Engelhardt a décrit deux *Anona* de l'Eocène ou de l'Oligocène du Chili (cité par Berry, 1914). Une autre espèce viendrait du Pliocène de l'E. du Brésil. Enfin le *Rollinia* (?) *palagonica* Berry, originaire du territoire de Santa Cruz, indique la présence au Tertiaire de plantes de climat chaud à 49° de latitude S. (Berry, 1928).

Dans l'île Bangka, Warburg trouva des fruits fossiles d'Anonacées (*Monodorospermum*) et d'Anacardiacées. Ces types ne ressemblent pas à ceux de la flore actuelle, ils seraient donc plutôt tertiaires (pliocènes ?) que quaternaires bien que leur état de conservation fasse penser qu'ils sont plus récents (Warburg, 1897).

En Europe, les Anonacées, inconnues dans les couches secondaires, sont fournies par les terrains tertiaires (Saxe, Bohême, Styrie, Transylvanie, Italie, France, Angleterre).

Si *Anona devonica* Heer semble être attribué avec doute à ce genre, les espèces suivantes sont identifiées avec certitude : *Anona lignitum* Ung., de Trifuiach (Styrie) ; *Anona altenburgensis* Ung. et *A. Morloti* Ung. des lignites d'Altenburg (Saxe) ; *A. œnigmatica* Ung. des dépôts miocènes de Thalhei-

Source : MNHN, Paris

men de Transylvanie ; *A. xylopioides* Ung. des formations miocènes d'Ansfels (Styrie) et de Bilin (Bohême), dont les fruits ont une assez grande analogie avec ceux des *Xylopia* actuels ; *A. limnophila* Ung. de Gossendorf près de Gleichenberg et de Radoboj (Croatie-Slavonie, comitat de Varazdin); *A. elliptica* de Radoboj. Dans les tufs de Toscane on a découvert *A. Meneghinii* Gand. (détermination incertaine). En France, dans le Pliocène de Meximieux (Ain), De Saporta signale un *A. Lortelii* Sap. et Marion. Un fragment de graine trouvé au Pont-de-Gail (Cantal) est attribué avec doute à une Anonacée et ne peut être rattaché au genre *Anona* (Mrs Reid, 1920). En Angleterre, à l'Eocène dans les bassins de Londres et du Hampshire (50° lat. N.) existait une flore tropicale comprenant surtout des Lauracées, Myrtacées, Magnoliacées, Anonacées, Palmiers (Mrs Reid).

L'existence de cette flore tropicale tertiaire sur l'Europe centrale et occidentale jusqu'au Bassin de Londres s'explique par les transgressions marines de la Téthys. Lors du retrait de la Méditerranée, les plantes redescendirent vers le S. A l'époque des glaciations, elles ne purent subsister en Europe. Dans l'Asie orientale et le S. de l'Amérique septentrionale, la flore tertiaire put se maintenir. Mrs Reid (1920) suggère l'explication suivante (voir aussi Berry, 1928) : l'absence de montagnes dirigées E. W., barrant la plaine de la Chine et du N.-Amérique, permit aux espèces de gagner le S. lors du refroidissement pliocène. De plus, les massifs montagneux permirent aux plantes de supporter les variations de température par « un jeu alternatif de montée et de descente le long de leurs flancs ». En Europe, au contraire, Pyrénées, Alpes, Carpathes, Balkans, Caucase, dirigés E.-W., véritables barrières, arrêtèrent les migrations vers le S. : beaucoup de plantes des forêts pliocène d'Europe durent s'éteindre sur place.

Etant donnée la répartition des Anonacées actuelles et fossiles, peut-on en déduire l'origine des espèces actuelles et la direction des chemins suivis ? L'Indomalaisie possédant, à notre époque, environ la moitié des espèces connues, peut être considérée comme le centre de formation de la famille ; de là, auraient-elles gagné l'Europe puis l'Amérique du N. à la faveur d'une liaison continentale ? Cette hypothèse est fausse car les Anonacées fossiles américaines datent du Crétacé supérieur alors que toutes les espèces connues en Europe proviennent seulement de couches tertiaires. Il faudra donc supposer que, partant de l'Indomalaisie, un groupe a pu passer en Amérique (par l'Afrique ?), et s'installer en Amérique du N. grâce au climat tropical qui y régnait à cette époque. Quelques *Anona* et *Asimina* restèrent aux Etats-Unis, et, plus tard, certaines espèces arrivèrent au Canada. Pendant ce temps, des espèces indomalaises gagnaient l'Europe, longeaient la Téthys jusqu'en Angleterre. Au moment du retrait de la Méditerranée et des glaciations, les flores tropicales redescendirent vers le S., les unes gagnant l'Amérique centrale et l'Amérique du S., se maintenant parfois en Floride (*Asimina triloba*), les autres atteignant à nouveau le S.-E. de l'Asie ; d'autres enfin s'éteignirent en Europe. De nos jours, aucune espèce ne subsiste plus en Europe.

Source : MNHN, Paris

LA RÉPARTITION DES ANONACÉES COMPARÉE A CELLE DE DIVERS VÉGÉTAUX ET ANIMAUX

1° La répartition des genres d'Anonacées rappelle celle de nombreux genres végétaux, par exemple, celle des *Uvaria* se compare à celle des *Alangium* (Alangiacées) dispersés sur une partie de l'Afrique et du continent asiatique, l'archipel malais et jusqu'à l'E. de l'Australie et en Nouvelle-Calédonie (Bloembergen, 1939). Les *Gnetum* (Gymnospermes) habitent les forêts humides des régions tropicales du monde entier, le groupe asiatique étant le plus riche en espèces (Meslin, 1937) ; leur répartition rappelle celle des *Xylopia*. *Viscum* (Loranthacées) gagne également l'Afrique, l'Asie et l'Australie (Danser), *Korthalsella*, autre genre de Loranthacées, s'étend de l'Asie tropicale à l'Australie (Danser, 1937). L'aire des *Canarium* (Burséracées), tracée par H.-J. Lam (1932), ressemble à celle des *Polyalthia*. Les *Madhuca* (Sapotacées), comme de nombreuses Anonacées, se répartissent sur l'Inde, le S. de la Chine, toute la péninsule indochinoise et malaise, les îles de la Sonde, Bornéo, Philippines, Célèbes, les Moluques et la Nouvelle-Guinée (Lam et Kerpel, 1939). Les *Elythranthus* (Loranthacées), comme les *Ellipeia*, furent arrêtés dans leur migration par le détroit de Macassar, et n'atteignirent même pas les Philippines. L'aire des *Bromheadia*, Orchidées terrestres, s'identifie presque à celle des *Cyathoslemma* : absents de Java et des Philippines, ils passent directement de Sumatra et Bornéo à Célèbes et en Nouvelle-Guinée (Van Steenis, 1935).

La vaste dispersion de quelques espèces d'Anonacées, depuis le S.-E. de l'Asie à travers les îles de la Sonde et parfois même jusqu'aux Philippines, est comparable à celle de *Guioa pleuropteris*, *Colocasia gigantea*, *Hymenophyllum aculeatum* (Van Steenis).

Certaines Loganiacées soulignent la liaison Malaisie-Australie : *Mitreola oldenlandioides* Wall., *Mitrasacme selosa* Hance, *M. alsinoides* R. Br., *M. nudicaulis* Reinw., *M. polymorpha* R. Br., s'étendent à travers toute l'Indo-malaisie jusqu'à l'Australie (Dop, 1910).

Les relations Tonkin-Chine du Sud sont mises en évidence par la répartition du *Michelia Martini* Dandy (Magnoliacée) trouvé au Tonkin, Yunnan, Su tchen, Kouy-tchéou ; celles du Cambodge avec le Siam par le *Garuga Pierrei* du Cambodge (Burséracées ; lam) ; celles de l'Inde avec la Chine par le *Garuga pinnata* (Burséracées; lam) dont l'aire peut se comparer à celle du *Polyalthia cerasoides*.

Les régions où de nombreuses Anonacées endémiques ont été récoltées semblent constituer aussi des centres de formation d'espèces pour beaucoup d'autres familles. Il en est ainsi pour les suivantes choisies dans les familles les plus voisines des Anonacées :

a) endémiques du Tonkin. — *Cyclea fansipanensis* Gagnep. (près de Chapa ; Ménispermacée) ; *Saurauja Pelelolii* Merrill (massif de Pia-ouac et

Source : MNHN, Paris

Chapa ; Dilléniacée) et *S. dillenioides* Gagnep. ; *Schizandra perulata* Gagnep. (Chapa ; Magnoliacée) ; *S. verrucosa* Gagnep. (province de Lao kay) ; *Michelia lignifera* Dandy (près de Chapa ; Magnoliacée) ; *M. chapaensis* Dandy (Chapa) ; *M. aenea* Dandy (prés de Chapa, col de Loqui-ho) ;

b) endémiques de l'Annam. — *Manglietia blaoensis* Gagnep. (Pnom sapoum près Blao ; Magnoliacée) ; *Magnolia annamensis* Dandy (province de Nhatrang) et var. *affinis* (Pnom sapoum au N. de Blao, Haut-Donnaï) ; *M. champacifolia* Dandy mss. (N de Ninh-hoa et massif de la Mère et l'Enfant) ; *M. eriosepla* Dandy mss. (Bana prés Tourane) et var. *Poilanei* (Ca na, province de Phanrang) ; *M. nana* Dandy (la Mère et l'Enfant) ; *M. Clemensiorum* Dandy (Tourane) ; *Talauma nhatrangensis* Dandy (route de Nhatrang á Ninh-hoa).

Beaucoup d'autres exemples pourraient encore être cités : il suffit de se reporter à la Flore générale de l'Indochine pour constater l'abondance et la diversité des espèces originaires des centres d'endémisme trés importants au point de vue du peuplement végétal de la péninsule indochinoise.

L'étude des Fougéres met en évidence l'influence de l'élément chinois dans la flore du Tonkin. Il y aurait même « au Tonkin, dominance des espèces chinoises » (M^me^ Tardieu Blot, 1935).

Certaines Cryptogames présentent une répartition comparable á celle des Anonacées indomalaises. Ainsi, parmi les Frullaniacées (Hépatiques) : *Frullania ternatensis* Gottsche, qui s'étend de Ceylan à la Nouvelle-Guinée, occupant la péninsule malaise et toutes les grandes îles jusqu'aux Philippines ; *Archilejeunea mariana* (Gottsche) Steph. trouvé sur une partie de l'Inde péninsulaire, Ceylan, presque toute l'Indochine, les îles de la Sonde, Bornéo, les Philippines, Célèbes, les Moluques, la Nouvelle-Guinée, mais qui, contrairement aux Anonacées étudiées, gagne l'Océanie. La distribution autour de la mer de Chine de *Leucolejennea xanthocarpa* (Lehm. et Lindenb.) Evs., et de *Frullania saccata* (atteignant la Nouvelle-Guinée) rappelle celle de certaines Anonacées (*Uvaria purpurea*, *U. micrantha*, *Melodorum latifolium*, etc.). Une Hépatique indomalaise et océanienne, *Plychocoleus Cumingianus* pénètre un peu au N. de l'Australie, indiquant une relation entre le N. de l'Australie et l'Indomalaisie. De même *Cadalejeunea reniloba* (Gottsche) Steph. pénètre au Queensland. Le *Frullania Balansae* Steph. est présent au Tonkin et à Hongkong comme plusieurs Anonacées vivant au N. de l'Indochine et dans la Chine méridionale (*Uvaria calamistrata*, *Artabotrys hongkongensis*, etc.).

2° De même, de nombreuses aires d'Insectes ressemblent á celles d'Anonacées. Parmi les Calosomes : *Caminara*, *Clenosta*, sont des genres indoafricains (Jeannel, 1940). Quelques genres de Carabiques se répartissent en Afrique et en Amérique (comparer aux *Xylopia*). On a donné « de nombreux exemples de dispersion africano-brésilienne dans tous les groupes anciens d'Invertébrés, mais ce type de distribution n'a pas encore été mis en évidence chez les Coléoptères. Les Carabiques en fourniront des cas re-

Source : MNHN, Paris

marquables. Dans la famille des *Siagonidae*, les deux genres *Enceladus* (Brésil) et *Luperca* (Afrique et Inde) forment une lignée homogène ; de même les deux groupes des *Pelecium* (Amérique du Sud) et *Disphaericus* (Afrique et Inde), qui devront être réunis dans une seule tribu des *Panagaeidae*. La tribu des *Lachnophorini*, les genres *Galerita*, *Drypta*, *Callida*, sont encore autant de groupes africano-brésiliens ». (R. Jeannel, 1938-1939, p. 231.)

La distribution des Carabiques souligne également la liaison Australie-Malaisie : « Il y a aussi des cas où la même espèce (ou encore deux espèces très voisines) se rencontrent dans l'Australie et la Malaisie (*Caladromus tenebrioides* Ol.), ou bien où des espèces de la faune malaise atteignent le nord de l'Australie ; on a à faire ici avec une migration récente, pliocène ». (R. Jeannel, 1938-1939, p. 233.)

La répartition géographique des insectes conduit K. Holdhaus à réunir sous le nom de région orientale les 4 sous-régions suivantes : indienne, cinghalaise, indochinoise, malaise. La sous-région indochinoise englobe toute la péninsule indochinoise (Indochine, Siam, Birmanie), la Chine du Sud et Formose. Donc, la répartition des insectes conduit aussi à cette conclusion : l'Indochine n'est pas indépendante du reste de la péninsule indochinoise, et reste en relation avec les trois autres sous-régions établies par K. Holdhaus.

Parmi les Myriapodes, les *Platyrachialae* (Diplopodes), les *Adenoschendyla Ribaulia*, *Mimops* (Chilopodes) existent dans la région indo-australienne et en Amérique du Sud. Comment expliquer cette répartition qui rappelle tout à fait celle des *Anaxagorea* ? L. Fage (1937) écrit à ce sujet : « Suffit-il (Attems) de supposer, à la faveur de changements favorables de climat, des migrations ayant pour point de départ la région indo-australienne, à travers l'Asie orientale jusqu'à l'Amérique N. et, de là, jusqu'au sud du continent américain ? Il semble au moins aussi hasardeux d'imaginer un tel périple que de rechercher dans l'histoire du globe les possibilités de liaisons territoriales plus directes à travers les océans. C'est, en somme, tout le problème du Pacifique que soulèvent de tels faits »

Les Trogonidés (Couroucous), Oiseaux perchеurs des forêts tropicales de l'ancien et du nouveau mondes, ont l'un « des groupes aviens qui, dans l'Insulinde, démontrent le plus nettement l'exactitude du tracé de la ligne de Wallace » (J. Berlioz, 1937).

D'intéressants rapprochements peuvent être faits entre la répartition des Anonacées d'Indochine et celle des Oiseaux : l'étude détaillée de Delacour et Jabouille (1931) montre que de nombreux Oiseaux trouvés en Indochine existent depuis l'Asie sud-orientale jusqu'aux Philippines et à Célèbes et même jusqu'au Queensland. Par contre, d'autres (*Amaurornis akool* H. H. Slater), très localisés, indiquent une relation entre le N.-E. du Tonkin et le S. de la Chine. Beaucoup de plantes semblent particulières au versant oriental de l'Annam ; de même, plusieurs formes et quelques espèces aviennes se localisent principalement vers Tourane, Quang tri, Nhatrang, le col des

Source : MNHN, Paris

Nuages : *Gennaeus nycthemerus Berliozi* Del. et Jab., le Faisan d'Edwards, le Faisan impérial, *Tropicoperdrix chloropus* Del. et Jab. Le centre et le Sud-Annam posséderaient donc à la fois une flore particulière et une faune avienne spéciale.

Les Rats soulignent les relations entre l'Australie et l'Asie : « Comme on ne connaît aucune forme de la famille des Rats (Muridés) avant le Miocène, il faut admettre, à cette époque, une relation entre l'Australie et le continent asiatique par l'intermédiaire des îles situées au nord : Nouvelle-Guinée, Célèbes, Philippines. Par cette voie sont passés les Mammifères placentaires qui peuplent les îles indo-malaises et même la Nouvelle-Guinée et les Marsupiaux australiens qui leur sont associés » (L. Germain, 1937).

De l'étude de la répartition des faunes, on peut conclure (L. Germain, 1937) que le S.-E. de l'Asie, les îles de la Sonde, Bornéo et les Philippines, constituent la « région orientale » limitée dans l'Inde par l'Himalaya et à l'E. par la ligne Wallace. La faune y est très diversifiée. « La partie la plus pauvre est la péninsule de l'Inde, plateforme continentale ancienne qui, à la fin du Crétacé et sans doute aussi au début du Tertiaire, avait encore des communications plus ou moins continues avec Madagascar. La faune atteint sa plus grande puissance dans les îles malaises, couvertes d'épaisses forêts humides et extrêmement luxuriantes ».

Ces constatations se rapportant à des groupes zoologiques si divers, analogues à celles qui concernent la flore en général, coïncident avec nos observations sur la répartition des Anonacées.

Source : MNHN, Paris

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

I. ANATOMIE FOLIAIRE

Voici les conclusions tirées de l'élude de toules les Anonacées indochinoises et de nombreuses espèces asiatiques, africaines et américaines.

1° Caractères anatomiques généraux des différents organes foliaires :

A) *Épidermes foliaires.* — Les deux épidermes diffèrent l'un de l'autre, sauf chez une espèce de Floride (non tropicale par conséquent) dans laquelle le limbe a une structure isolatérale. L'épiderme supérieur présente une, deux ou trois assises de cellules à cloisons rectilignes ou ondulenses. — Les stries cuticulaires s'observent peu fréquemment. — Les cristaux d'oxalate de calcium (oursins, tétraèdres, prismes ou lamelles clinorhombiques) se trouvent dans toutes les cellules épidermiques ou seulement le long des nervures. — Les cellules oléifères existent quelquefois dans les cellules de l'épiderme inférieur.— Il faut encore remarquer : les poils tecteurs simples uni- ou pluricellulés (à cellule terminale très obtuse chez *Anaxagorea*), en touffes ou etoilés ; les stomates rarement sur la face supérieure (*Artabotrys*), toujours au niveau épidermique mais quelquefois cachés par les papilles de ces cellules ; l'ornementation très particulière des cellules stomatiques et annexes chez les *Cyathocalyx*.

B) *Nervure médiane.* — En forme d'arc entouré de fibres libériennes et fermé par une bande de sclérenchyme, la chaîne foliaire est : *a*) simple (ouverte), du type *Uvaria* (arc fibro-vasculaire continu), ou du type *Cananga* (arc constitué par des faisceaux vasculaires indépendants) ; *b*) complexe : fermée par un arc antérieur ou présentant un système antérieur fermé ou encore un système médullaire fermé (types *Polyalthia*, *Melodorum*, *Anaxagorea acuminata*).

C) *Mésophylle.* — Il présente une structure rarement isolatérale, des faisceaux conducteurs entourés de sclérenchyme et souvent reliés aux épidermes par des piliers sclérenchymateux, parfois de grosses cellules scléreuses ou de longues sclérites rameuses. Toujours des cellules oléifères ; souvent des cristaux d'oxalate de calcium.

D) *Pétiole.* — Comme dans tous les autres organes foliajres, cristaux, cellules oléifères et cellules scléreuses abondent. La chaîne pétiolaire correspond à la chaîne foliaire.

Source : MNHN, Paris

2° Relations entre l'anatomie et la systématique :

Les caractères anatomiques foliaires les plus importants pour la classification des Anonacées sont :

caractères épidermiques,
constitution de la chaîne foliaire,
structure du mésophylle.

Peuvent être considérés comme caractères génériques :

1° nature des poils, forme de leur cellule terminale,
2° nature, forme, place, grosseur des cristaux épidermiques,
3° présence et localisation des cristaux dans le mésophylle,
4° ornementation des stomates due aux épaississements des cloisons,
5° structure isolatérale du limbe foliaire,
6° papilles de l'épiderme inférieur.

Peuvent être considérés comme caractères spécifiques :

1° nombre de cellules des poils, insertion des poils,
2° stries cuticulaires (disposition et aspect),
3° cellules oléifères dans l'épiderme,
4° présence de sclérites traversant le mésophylle,
5° place des cellules oléifères dans le mésophylle,
6° présence de piliers de sclérenchyme dans le mésophylle,
7° forte concavité de la paroi interne des cellules épidermiques.

L'étude anatomique permet d'établir une classification des Anonacées presque identique à la classification actuellement basée sur les seuls caractères morphologiques. Elle a confirmé, par exemple, la possibilité de réunir le genre *Beccariodendron* au genre *Goniothalamus*. Elle complète l'étude morphologique : ainsi, elle précise les différences entre les *Polyalthia* et les *Desmos* et fixe plus nettement les caractères de chacun de ces genres.

II. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Les cartes de réparlition établies pour chaque genre, nous permettent d'énoncer les remarques suivantes :

1° Les genres *Xylopia*, *Artabotrys*, *Oxymitra* (?), *Uvaria*, *Popowia*, *Polyalthia*, répandus sur toutes les régions tropicales, ou, au moins, en Asie et en Afrique, sont probablement les plus anciens.

2° *Anaxagorea*, absent d'Afrique, existe en Asie et en Amérique tropicale. Le passage direct d'Asie en Amérique ne s'expliquerait que par l'existence d'un pont continental : hypothèse qui paraît douteuse. Si l'on suppose

Source : MNHN, Paris

le passage Asie-Afrique-Amérique du Sud, il faut admettre que le genre a disparu de son relai africain.

3° Sur les 23 genres représentés en Indochine, aucun n'est endémique, 12 sont strictement indomalais. Leur répartition s'explique si l'on tient compte des connexions entre le continent asiatique et les îles de la Sonde depuis le Crétacé jusqu'à l'époque actuelle. Pour atteindre la Nouvelle-Guinée, les espèces ont pu suivre deux voies de migration : *a*, Bornéo — Philippines — Célèbes, ou les Moluques — Nouvelle-Guinée ; *b*, îles de la Sonde par Java — Sud de Célèbes — Nouvelle-Guinée.

4° La Nouvelle-Guinée fut liée au N. et au N.-E. de l'Australie (Eocène supérieur et Pléistocène), d'où échanges de flores entre ces deux pays maintenant séparés.

5° Plusieurs genres (*Sageraea*, *Anaxagorea*, *Ellipeia*, *Dasymaschalon*) sont limités à l'E. par le détroit de Macassar (ligne Wallace).

6° On tire des déductions analogues si l'on compare la répartition de nombreux genres de familles végétales très différentes à celle d'animaux très divers.

L'examen des affinités spécifiques et l'observation des cartes de répartition établies pour les seules Anonacées, aboutissent aux conclusions suivantes :

1° La moitié des Anonacées indochinoises sont endémiques ; elles vivent dans les régions d'endémisme : Tonkin, sud indochinois, versant oriental de l'Annam. Trois centres d'endémisme semblent particulièrement importants au centre et au S. de l'Annam.

2° Les espèces non endémiques peuvent avoir une répartition étroite mettant en évidence les liaisons suivantes : Tonkin-Chine du Sud-Formose-Haïnan, Siam continental-Laos-Cambodge, Siam péninsulaire-Etats malais-Cambodge-Cochinchine.

3° Les relations de l'Indochine avec la Birmanie et l'Inde orientale apparaissent moins nettes, et encore plus lâches avec l'Inde péninsulaire et Ceylan.

4° Grâce à l'émersion de la plateforme de la Sonde au cours du Tertiaire, des espèces se répandirent hors de l'Asie sud-orientale dans les îles de la Sonde, atteignirent parfois les Philippines, et même Célèbes et la Nouvelle-Guinée.

5° Plusieurs espèces s'échelonnent de la Chine du sud jusqu'aux Philippines par l'Indochine et les îles de la Sonde, et non par Formose.

6° Riche en espèces d'Anonacées remarquables par leur diversité, la partie de la région malaise constituée par Sumatra, Java, Bornéo et même le S. de l'Indochine, apparaît comme un foyer de formation d'espèces et un centre de rayonnement pour les migrations.

7° Il semble que l'on puisse établir en Indochine 4 divisions botaniques :

a. Tonkin-Nord Annam-Laos septentrional,

b. Cochinchine-Cambodge,

Source . MNHN, Paris

c. Versant occidental de la chaîne annamitique (Laos inclus, sauf sa partie N.),

d. Versant oriental de la chaîne annamitique.

Bien que nettement individualisées, les deux dernières régions constituent de véritables voies de migration entre les deux premières, sans être complètement indépendantes l'une de l'autre (col d'Ailao).

L'Indochine se trouve donc sur le passage des espèces migratrices allant d'Asie aux îles de la Sonde et inversement ; elle correspond à l'extension maximum des aires que purent occuper les espèces descendant vers l'extrême S.-E. de l'Asie après la séparation de l'Asie et de l'Insulinde. Mais son rôle ne fut pas seulement d'être un lieu d'échange de flores : la présence de nombreuses endémiques lui confère une individualité certaine.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. — ANATOMIE

Ast (Mlle S.). — Anonacées, *in* Supp. Fl. Génér. de l'Indochine, t. I, fasc. 1, p. 59 123, 1938.

Ast (Mlle S.). — Identité de deux espèces d'Anonacées : Oxymitra Gabriaciana Baillon et Goniothalamus saïgonensis Pierre mss ex Finet et Gagnepain. Espèces nouvelles d'Indochine. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 85, 1938, p. 50-53.

Bachmann O. — Schildhaare, *in* Flora, 1886, S. A., p. 28-29.

Baillon. — *In* Hist. Pl., t. I, 1867-1869, p. 264-268.

Bertrand C. Eg. — Des caractères que l'anatomie peut fournir à la classification des végétaux, 1891.

Beyer H. — Beiträge zur Anatomie der Anonaceen, insbesondere der afrikanischen, *in* Engler, *Bot. Jahrb.*, XXXI, 1901, p. 516-555.

Blenk. — *In* Flora, 1884, p. 56 sqq., S. A., p. 10-14.

Borodin J. — Ueber die krystallinischen Ablagerungen in den blättern der Anonaceen und Violarien. *Arb. Petersburg. Naturf. Gesellsch. Bot.*, 1891, p. 177 205.

Bouygues H. — Structure, origine et développement de certaines formes vasculaires anormales du pétiole des Dicotylédones. Thèse, Paris, 1962.

Chatin Ad. — Sur le nombre et la symétrie des faisceaux libéro-ligneux du pétiole des feuilles, dans leur rapport avec le perfectionnement des espèces végétales. *Bull. Soc. Bot. France*, 44, 1897.

Chatin Ad. — Du nombre et de la symétrie des faisceaux libéro-ligneux du pétiole dans la mesure de la perfection des espèces végétales. *Bull. Soc. Bot. France*, 1898, 45.

Chauveaud G. — L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, IX, p. 13, 1911.

Chirtoïu (Mlle Marie). — Observations sur les Lacistema et la situation systématique de ce genre. *Bull. Soc. Bot. Genève*, 2e série, t. X, 1918, p. 317-361.

Chodat R. — Principes de Botanique, Genève, 1913.

Col A. — Recherches sur la disposition des faisceaux dans la tige et les feuilles de quelques Dicotylédones. Thèse, Paris 1904. *Ann. Sc. nat. Bot.*, VII, 20.

Source : MNHN, Paris

Cugnac (A. de). — Sur un nouvel hybride de Graminées. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 86, 1939, p. 26-52.
De Candolle C. — Anatomie comparée des feuilles chez quelques familles de Dicotylédones. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève*, 1879, 26, 2.
Dehay Ch. — Recherches sur l'appareil conducteur foliaire des Urticacées, des Moracées et des Ulmacées. Thèse, Fac. Sc. Lille, 1934.
Dehay Ch. — L'appareil libéro-ligneux foliaire des Euphorbiacées. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 10e série, 1935.
Diels L. — Die Gliederung des Anonaceen und ihre Phylogenie. Sitzungsberichte preuss. Akad. Wiss. Berlin, 1932, 11 /12, p. 77-85.
Eames, A. J. and Mac Daniels L. H. — An introduction to plant anatomy. New-York.
Finet et Gagnepain. — Contributions à la Flore de l'Asie orientale, II, 1905-1906, Anonacées, p. 55-170.
Finet et Gagnepain. — Anonacées *in* Fl. Géné. Indochine, t. I, 1907-1912, p. 42-123.
Flous Mlle. — Caractères anatomiques et la distinction des espèces. 66e congrès des Soc. savantes, Paris, p. 260-265.
Francey Pierre. — Étude de l'appareil stomatique chez les Dicotylédones dans un but taxinomique. *Bull. Soc. Vaudoise Sc. nat.*, vol. 59, 1936, n° 239, p. 1-12.
Gamble. — Indian Timbers. Calcutta, 1881, p. 7 10.
Gofiart J. — Recherches sur l'anatomie des feuilles dans les Renonculacées. *Mem. Soc. Roy. de Liége*, série 3, 4 : I, 1901.
Gravis A. — Contribution à l'anatomie des Amarantacées. *Arch. Inst. Bot. Liége*, 4, 1907.
Guillard A. — Observations sur la moelle des plantes ligneuses. *Ann. Sc. nat. Bot.*, série III, 8, 1847.
Guillard A. — Singulière composition de la nervure dorsale dans le Cananga odorata Adansonia, t. IX, 1868, p. 107-109.
Guillard A. — Une grave lacune de l'anatomie végétale. *Bull. Soc. Bot. France*, 1870.17.
Haberlandt G. — Zur kenntnis des Spaltöffnungsapparates, Flora, n° 70, 1887.
Hasselberg G. B. E. von. — Zur Morphologie des vegetativen Sprosses der Loganiaceen. Symbolae Botanicae Upsalienses II, 3, Uppsala, 1937.
Hryniewiecki B. — Anatomische Studien über die Spaltöffnungen bei den Dikotylen, II. *Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie, Sc. nat.*, mai 1914, p. 545-596.
Humbert H. — Kalanchoe (Crassulacées) nouveaux ou peu connus de Madagascar. *Bull. Mus.*, 2e série, t. V, n° 3, 1933, p. 241.
Humbert H. — Helichrysum nouveaux de Madagascar. *Bull. Soc. Bot. France*, t. 85, 1938, p. 655-663.
Humbert H. — Contributions a l'étude de la Flore de Madagascar et des Comores. *Notulae systematicae*, t. VIII, fasc. 1, avr. 1939, p. 8.
Johow. — *In* Pringsheim Jahrb., 1884, p. 308.
Jones W. S. — Timbers. Their structure and identification, Oxford, 1924.
Jovet -Ast (Mme S.) — Anonacées nouvelles d'Indochine. *Not. syst.*, t. IX, fasc. 1-2, juin 1940, p. 73 88.
Lalanne G. — Recherches sur les caractères anatomiques des feuilles persistantes des Dicotylédones. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, 44, 1890.
Lavier-George (Mme L.) — Recherches sur les épidermes foliaires des Philippia de Madagascar ; utilisation de leurs caractères comme base d'une classification (avec notes biologiques de M. H. Humbert). *Bull. Mus. Hist. nat.*, 2e série, VIII, p. 173, 1936.
Lavier-George (Mme L.) — Épiderme, systématique et génétique. *Bull. Soc. Bot. France*, t. LXXXLV, 1937, 5-6, p. 270-279.
Lavier-George (Mme L.) — Les épidermes foliaires de Rhododendron Williamsianum Rehd. et Wils., Rhododendron orbiculare Decne. et de leur hybride (R. Williamsianum × R. orbiculare). *Bull. Soc. Bot. France*, t. LXXXIII, 1936, 10 p. 809-816.
Lecomte H. — Les bois de l'Indochine, Paris, 1926.

Source : MNHN, Paris

LENFANT C. — Contribution à l'anatomie des Renonculacées. Le genre Delphinium. *Mém. Soc. Roy. Sc. Liége*, série 2, 19, 5, 1897.
LIGNIER O. — Recherches sur l'anatomie comparée des Calycanthées, des Mélastomacées et des Myrtacées. Thèse, Paris, 1887.
LIGNIER O. — De l'importance du système libéro-ligneux foliaire en anatomie végétale, *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. CVII, 1888, p. 402.
LIGNIER O. — Recherches sur l'anatomie des organes végétatifs des Lécythidées, des Napoléonées et des Barringtoniées (Lécythidacées). *Bull. Sc. de la France et de la Belgique*, 21, 1890.
LIGNIER O. — De la forme du système libéro-ligneux foliaire chez les Phanérogames. *Bull. Soc. Linn. Normandie* (Caen), VI, 3.
MIRANDE M. — Recherches physiologiques et anatomiques sur les Cuscutacées. Thèse Paris, 1900.
MOLISCH. — Vergl. Anat. des Holzes d. Ebenaceen, etc... in *Sitz. Ber. Wiener Akad.* Bd. LXXX abt I, 1879, p. 78 sqq.
MOLL und JANSSONIUS. — Mikrographie d. Holzes der auf Java vorkommenden Baumarten, Leiden, 1906, H. 1, p. 106-173.
MOLLER. — Holzanatomie in *Denkschr Wiener Akad.*, 1876, p. 70 bzw., 366.
MOLLER. — Rindenanatomie 1882, p. 225-226.
MORVILLEZ F. — Recherches sur l'appareil conducteur foliaire des Rosacées, des Chrysobalanées et des Légumineuses. Thèse Fac. Sc. Lille, 1919.
MORVILLEZ F. — L'appareil libéro-ligneux foliaire des Bétulacées, Corylacées et Castanéacées. *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. CLXX, 1920, p. 674.
MORVILLEZ F. — Les différentes étapes de l'organisation de l'appareil libéro-ligneux des feuilles de Dicotylédones. *C. R. Ass. Av. Sc.*, Bordeaux, 1923.
PETIT L. — Distribution des stomates foliaires. *Actes de la Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLVI, 1894.
PETIT L. — Le pétiole des Dicotylédones au point de vue de l'anatomie comparée et de la taxinomie. Thèse Fac. Sc. Paris, 1887.
PRANTL. — *In* Natur. Pflanzenfam. III. teil, abt. 2, p. 25.
PRAT. — L'épiderme des Graminées. Etude anatomique et systématique. Thèse, Paris, 1931.
PORSCH O. — Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie, Iena, 1905.
RADLKOFER. — *In Sitz. Ber. Munich Akad.*, 1890, p. 306.
REYFOUS Laurent. — Etude sur les stomates. *Bull. Soc. bot. Genève*, 2e série, vol. IX, 1917, p. 245-350.
SCHENCK H. — Anatomie der Lianen, 1893, p. 59.
SMITH. — On the orientation of stomata. *Annals of Botony*, vol. 49, 1935, p. 451.
SOLEREDER. — Holzstruktür, 1885, 56-57.
SOLEREDER. — Systematische Anatomie der Dicotyledonen, Stuttgart, 1899, p. 39-45 et supplément 1908, p. 7-9.
SPENCER Moore. — Matto-Grosso Exped. 1891-1892, in *Transact. of Linn. Soc.*, vol. IV, part 3, 1895, p. 297, u. 302 sqq. u. pl. 38.
VESQUE. — L'anatomie des tissus appliquée à la classification des plantes. *Nouvelles Archives du Mus. Hist. Nat. Paris*, série 2, t. IV, 1881, p. 41 44.
VESQUE. — Etude critique des caractères taxinomiques. *Nouvelles Arch. Mus. Hist. Nat. Paris*, série II, t. IV. 1881, p. 11.
VESQUE. — Caractères des principales familles gamopétales tirés de l'anatomie des feuilles. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 7e série, 1, p. 285.
VUILLEMIN Paul. — La subordination des caractères de la feuille dans le phyllum des Anthyllis. *Bull. Soc. Sc. Nancy*, 1892.
WATARI Sh. — Anatomical studies on some Leguminous leaves with special reference to the vascular system in petioles and rachises. *Journ. Fac. Sc. Tokyo*, sect. III, bot., vol. IV.

Source : MNHN, Paris

WATARI Sh. — Anatomical studies on the vascular system in petioles of some species of Acer, with notes on the external morphological features. *Journ. Fac. Sc. Tokyo*, sect. III, Bot. vol. V, 1936.

WATARI Sh. — Anatomical studies on the leaves of some Saxifragaceous plants, with special reference to the vascular system. *Journ. of the Faculty of Sc. Imperial University of Tokyo*, vol. V, part. 3, p. 195-316, 1939.

II. — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE.

Géographie. — Climat. — Sol.

BARTHÉLEMY R. — Le Tran-ninh, sa mise en valeur économique. *Bull. écon. de l'Indochine*, 1916.

BRUZON E. et CARTON P. — Le climat de l'Indochine et les typhons de la mer de Chine. 310 p., nombreux graphiques, cartes pluviométriques, etc., n° suppl. des *Annales du Service météorologique*, 1930, Hanoï.

CARTON P. — Le degré de continentalisme de Gorczynski et son application dans la climatologie de l'Indochine, *in* Compte rendu des travaux de l'Institut des Recherches agronomiques de l'Indochine en 1932-1933, p. 389-402 ; et brochure à part, Imprimerie d'Extrême Orient, Hanoï, 1934.

CARTON P. — Microclimatologie : microclimats naturels et artificiels. *Bull. gén. de l'Instruction publique*, 15e année, n° 3, p. 21-27. Hanoï, nov. 1935.

CARTON P. — Cartes pluviométriques moyennes et annuelles du nord et du sud de l'Indochine. *Bull. Econ. Indochine*, Hanoï, 1935, p. 156.

CARTON P. — Cartes des lignes d'égale amplitude annuelle de la température et des isothermes du mois le plus froid en Indochine, *l. c.*, p. 381-388.

CHEVEY P. et CARTON P. — Les courants de la mer de Chine méridionale et leurs rapports avec le climat de l'Indochine (avec une carte du régime des vents sur la péninsule indochinoise). *l. c.*, p. 53-65.

DAUPLAY J. J. — Les terres rouges du plateau des Bolovens. Bibli. docum. extrême orientale de la Chambre d'agriculture de la Cochinchine, Saïgon, 1929.

DUSSAULT L. — Inventaire général de l'Indochine : structure et géographie physique. *Géog. Soc. of Hanoï*, 1927.

GAILLARD G. — L'Indochine. Paris, 1926, Notre domaine colonial.

GAUSSEN H. — Carte de la pluviosité annuelle en Indochine.

GREGORY J. W. — The Banda arc. *Geogr. Journ.*, vol. LXII, 1923, p. 30-32.

GREGORY J. W. — The structure of Asia. London, 1929.

HENRY Y. — Terres rouges et terres noires basaltiques d'Indochine. Leur mise en culture. Hanoï, 1931.

HENRY Y. — Les terres rouges du Kontum-Darlac. *Bull. Econ. Indoch.*, 1926, p. 361-384.

MARTONNE E. DE. — Traité de géographie physique, t. III. Biogéographie, avec la collaboration de A. Chevalier et L. Cuénot, Paris, 1927.

SION J. — L'Indochine, 2 vol. Paris, 1931, Soc. d'éd. géogr.

STAMP (L. Dudley). — Asia. A regional and economic geography, 3e éd., 1936.

WALLACE A. R. — On the physical geography of the malay archipelago in *Jour. of the Roy. geographic Soc.*, XXXIII, 1863.

Géologie.

ARLDT (Dr Theodor). — Handbuch der palaeogeographie. Leipzig, 1919.

BLONDEL F. — Les connaissances géologiques en 1930 sur l'extrême orient méridional. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1930, p. 323-432.

Source : MNHN, Paris

Bourret. — La chaine annamitique et le plateau du Bas Laos à l'ouest de Hué. *Bull. Soc. Géol. Indoch.*, vol. XIV, fasc. V, 1925, p. 5-110.
Brouwer H. A. — The geology of the Netherlands East Indies. New York, 1925.
Credner W. — Observations on geology and morphology of Yunnan. Geol. Survey of Kwangtung and Kwangsi, Canton, Special publication, n° 10, 1932.
Deprat. — Sur l'importance des mouvements épirogéniques récents dans l'Asie sud-orientale. *C. R. Séances Ac. Sc.*, 1913.
Fromager. — Sur la structure des Indosinides. *C. R. Ac. Sciences*, Paris, t. CXCV, n° 19, p. 809, 1932.
Fromaget. — Observations et réflexions sur la géologie stratigraphique et structurale de l'Indochine. *Bull. Soc. Geol. Fr. Paris*, série 5, t. IV, p. 101-165, 11 fig., 2 pl., 1934.
Furon R. — Les relations géologiques de l'Afrique et de l'Amérique du Sud. *Arch. Mus. His. Nat. Paris.*, vol. du tricentenaire, série 6, p. 211.
Furon R. — La Paléogéographie. Essai sur l'Evolution des continents et des Océans, Paris 1941, 136 fig., 16 cartes.
Grabau. — Stratigraphie of China, Péking, 1925-1926.
Jacob Ch. — Indochine française *in* La géologie et les mines de la France d'outre-mer. Recueil de conférences. Paris, Soc. d'éd. géogr. maritimes et coloniales, 1935, p. 385-444.
Joleaud L. — Atlas de paléogéographie. Paris, 1939, 99 planches, 1 portrait.
Joleaud L. — Essai sur l'évolution des milieux géophysiques et biogéographiques (à propos de la théorie de Wegener sur l'origine des continents). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, sér. IV, XXIII, fasc. 5-6, 1924 p. 205.
Launay (L. de). — La géologie et les richesses minérales de l'Asie. Paris, 1911.
Saurin E. — Etudes géologiques sur l'Indochine du Sud-Est (Sud-Annam, Cochinchine, Cambodge or[1]). *Bull. Serv. géol. Indoch.*, Hanoï, 1935, vol. XXII, fasc 1.
Saurin E. — Les pénéplaines et les formations récentes du massif sud-annamitique. *Bull. Serv. Géol. Indoch.*, Hanoï, 1937, vol. XXIV, fasc. 3.
Saurin E. — Carte géologique de l'Indochine a l'échelle du 1/500.000e. Notice sur la feuille de Nhatrang d'après les travaux de Lacroix, Blondel, Lantenois, Patte, Saurin, Mlle Colani. Hanoï, 1937.
Toit (A. L. de). — Land connections between the other continents and south Africa in the past. *S. Af. Journ. Sci.*, 18, 1921.
Umbgrove. — Tertiary sea connections between Europe and the indopacific area. Bandoeng 1929, 4e Congrès Sc. Pacifique.
Wegener A. — La genèse des continents et des océans. Théorie des translations continentales. Traduit de l'allemand par Armand Lerner, 1937 Paris.

Botanique.

Abeyesundere et de Rosayro. — Draft of first descriptive check list for Ceylon. Oxford, 1939.
Bailey F. Manson. — The Queensland flora. Queensland, 1899-1902.
Bailey L. B. — Cyclopedia of american horticulture. London, 1900.
Bentham G. et Mueller F. — Flora australiensis. London, 1863.
Boerlage J. G. — Flora van Nederlandsch Indie. Leiden, 1890.
Boerlage J. G. — Notes sur les Anonacées du Jardin Botanique de Buitenzorg, *in* Icones Bogorienses, Leide 1901, vol. 1, p. 79-208.
Bois D. — Les plantes alimentaires chez tous les peuples à travers les âges. Histoire, utilisation, culture, vol. II, Phanérogames fruitières, 1928.
Chevalier A. — Manuel d'Horticulture tropicale. Paris, 1913.
Chevalier A. et Emberger L. — Les régions botaniques terrestres *in* Encyclopédie française, t. V. les êtres vivants, 1937.

Source : MNHN, Paris

Corner E. J. H. — Notes on the systematy and distribution of malayan phanerogams. *The garden's Bull. Straits settlements*, vol. X 10 janv. 1939, partie 1.

Craib. — Contributions to the flora of Siam, Aberdeen, 1912.

Crevost Ch. et Lemarié Ch. — Catalogue des produits de l'Indochine, t. II, Plantes et produits filamenteux et textiles. *Bull. Econ. Indoch.*, 1919-1921.

Danser B. H. — A revision of the genus Khorthalsella. *Bull. jard. bot. Buitenzorg*, série III, vol. XIV, juin 1937.

Diels L. — Die Anonaceen von Papuasien, *Engl. Jahrb*, 1913, XLIX, p. 113-167.

Diels L. — Anonaceae novae, Notizbl. *Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem*, 1931, 11, p. 73-86.

Diels L. — Die Gliederung des Anonaceen und ihre Phylogenie. *Sitzumberichte preuss. Akad. Wiss. Berlin*, 1932, XI-XII, p. 77-85.

Dimock W., Warden, Hooper D. — Pharmacographia indica, 1890, vol. 1, p. 44-45.

Dop P. — Contribution à l'étude des Loganiacées asiatiques de l'herbier du Muséum de Paris. *B. Soc. Bot. Fr.*, nov. 1910, mémoire 19, 30 p.

Elmer A. D. E. — Leaflets of Philippine Botany. Manila, 1912-1937

Evrard F. — La flore du massif du Lang-Bian, Hanoï, 1927.

Evrard F. —Biogéographie indochinoise et réserves naturelles. Soc. Biogéographie, Paris, V. Contribution à l'étude des Réserves naturelles et des parcs nationaux, 1937, p. 257-261.

Finet et Gagnepain *in* Lecomte, Flore générale de l'Indochine I, Paris, 1907.

Finet et Gagnepain. — Contributions à la flore de l'Asie orientale, fasc. 1, Paris, 1905.

Fischer C. E. C. — Contributions to the flora of Burma, in *Kew Bull.*, 1926, p. 446-468.

Forbes et Hemsley. — An enumeration of all the plants known from China proper. *Journ. Linn. Soc. London*, XXVI.

Gagnepain F. — Contribution à l'étude géobotanique de l'Indochine, *Annales Mus. Col. Marseille*, série 4, 1926, fasc. 1.

Gaussen. — Géographie des plantes. Paris, 1933.

Guillaumin A. — Les régions floristiques du Pacifique d'après leur endémisme et la répartition de quelques plantes phanérogames. Proceedings of the third Pan Pacific Science Congress, Tokyo, 1926.

Guillaumin A. — Les régions florales du Pacifique. Contribution à l'Etude du peuplement zoologique et botanique des îles du Pacifique, Soc. de Biogéographie, IV, Paris, 1934.

Guppy H. B. — Observations of a naturalist on the Pacific, 1906, II.

Guppy H. B. — Plants, seeds, and currents in the West Indies and Azores, 1917.

Hemsley. — An enumeration of all the plants known from China proper, Formosa, Hainan ; Corea, the Luchu Archipelago and the island of Hongkong, together with their distribution and synonymy. *Journ. Linn. Soc. Bot.*, XXIII, XXIV, XXVI, 1886-1905.

Herlant A. — Etude descriptive des médicaments naturels d'origine végétale, Bruxelles, 1892.

Hooker J. D. — Flora of British India, Londres, 1875.

Hooker J. D. et T. Thomson. — Flora indica, Londres, 1855.

Hutchinson. — Contributions towards a phylogenetic classification of flowering plants. *Kew. Bull.*, 1923, p. 241.

Joleaud L. — Paléogéographie de l'océan Pacifique. Contribution à l'étude du peuplement zoologique et botanique des îles du Pacifique. Soc. de Biogéographie, IV, 1934.

King. — Materials for a flora of the malayan peninsula. Calcutta, 1904.

Kurz. — Forest flora of british Burma, Calcutta, 1877.

Lam H. J. — Remarks on the genetic phytogeography Malayan Archipelago. *Ann. Jard. Buitenz.*, 37, 1927, p. 33-48.

Lam H. J. — The Burseraceae of the malay archipelago and peninsula. *Bull. Jard. Bot Buitenzorg*, ser. III, vol. XII, livr. 3-4, 1932, p. 281-561.

Source : MNHN, Paris

LAM H. J. — Phylogeny of single features. *Gardens Bull. Straits settlements*, vol. IX, 1, dec. 1935, p. 98-111.

LAM H. J. — On a forgotten floristic map of Malaysia (H. Zollinger, 1857). Blumea, suppl. 1, 29, VI, 1937.

LAM H. J. — Studies in Phylogeny. I) On the relation of taxonomy, phylogeny and biogeography. II) On the phylogeny of the malaysian Burseraceae-Canarieae in general and of Haplolobus in particular. Blumea, vol. III, n° 1, 1938.

LAM H. J. et D. A. KERPEL. — On two new or noteworthy Sapotaceae from China. Blumea, vol. III, n.° 2, 1939.

LOUREIRO. — Flora cochinchinensis, 1793.

MATSUMURA et HAYATA. — Enumeratio plantarum in insula Formosa sponte crescentium. *Journ. Coll. Sci. Tokyo*, XXII, 1900, 1-702.

MAITRE H. — Les régions moï du sud-indochinois. Le plateau du Darlac, Paris, 1909.

MASAMUNE G. — Les caractères et les affinités de la flore alpine de Taïwan (Formose). *Bot. Magaz.* vol. LI, n° 605, Tokyo, 1937.

MASSART. — Un botaniste en Malaisie, *Bull. Soc. Bot. Roy. Belge*, 34, 1895.

MERRILL E. D. — A flora of Manila. Manila, 1912.

MERRILL E. D. — Studies on Philippine Anonaceae. *Phil. Journ. Sc.* 10 (1915), Bot., 227-264.

MERRILL E. D. — Notes on the flora of Borneo. *Phil. Journ. Sc.* 11 (1916), 49-100.

MERRILL E. D. — Contributions to our knowledge of the flora of Borneo. *Journ. St. Branch Roy. As. Soc.*, 76 (1917), 75-117.

MERRILL E. D. — A bibliographic enumeration of bornean plants. *Journ. St. Branch Roy. As. Soc.*, special number, Singapore, sept. 1921.

MERRILL E. D. — An enumeration of Philippine flowering plants. Manila, 1922.

MERRILL E. D. — Distribution of the Dipterocarpaceae. *Phil. Journ. Sc.*, vol. 23, n° 1, 1923, p. 1-33.

MERRILL E. D. — Die pflanzen geographische Sheiding von Formosa und der Philippinen. *Engl. Bot. Jahrb.*, 1923, 599-604.

MERRILL E. D. — The correlation of biological distribution with the geologic history of Malaysia. Proc. Pan-Pacific Sc. Congress. Australia, 1923.

MERRILL E. D. — Some additional Kwangtung plants. Sunyatsenia, Journ. Bot. Institute, Coll. Agri., Sunyatsen University, Canton, China, vol. 1, n° 4, fév. 1934, p. 194.

MERRILL E. D. — Some malaysian phytogeographical problems. *The garden's Bull. Straits settlements*, part. 1, déc. 1935, p. 49.

MESLIN R. — Les Gnétales et les Ginkgoales, Encyclopédie française, Paris, vol. V, Les êtres vivants, 5-72-5 à 5-72-7, 1937.

MIQUEL. — Flora indiae Batavae. Leipzig, 1855.

MORRIS. — Report of the public Gardens of Jamaïca, 1880.

PARDÉ L. — Les arbres indigènes et exotiques dans le midi de la France et, plus spécialement, sur notre Côte d'Azur (suite). *Rev. des Eaux et Forêts*, Nancy, t. LXXIX, s. IX, 39e année, n° 2, fév. 1941, p. 86-106.

PLANCHON G. et COLLIN. — Les drogues simples d'origine végétale.

RIDLEY H. N. — Materials for a flora of the Malayan Peninsula, Singapore, 1907.

RIDLEY H. N. — Flora of the Malay Peninsula, 1922-1925.

RIDLEY H. N. — The dispersal of plants throughout the world. Ashford, Kent, 1930.

SCHARFF R. H. — Origin of life in America. 1911, p. 126-130.

SCHIMPER et FABER V. — Pflanzen Geographie, dritte Auflage, erster band, Iena, 1935.

SCHLECHTER R. — Pflanzengeographische Gliederung der Insel Neu-Caledonien. *Engler Bot. Jahr.*, XXXVI, 1905, p. 1-45.

SPRAGUE et HUTCHINSON. — African Anonaceae. *Kew Bull.*, 1916, p. 143.

STAPF O. — On the flora of Mount Kinabalu, in north Borneo. *Trans. Linn. Soc. Bot.*, 4, 1894, 69-263, t. 11-20.

TARDIEU-BLOT (Mme). — Les Aspléniées du Tonkin. Toulouse, 1932.

Source : MNHN, Paris

Tardieu-Blot (Mme). — Essai sur les affinités et la répartition des Fougères d'Indochine. Arch. Mus. Hist. nat. Ser. 6, II, 1935 p. 595-600.
Trimen H. — Handbook of the flora of Ceylon, Londres, 1893.
Trimen H. — On the flora of Ceylon, especially as affected by the climate. *Journ. Linn. Soc. Bot.*, 24, 1886.
Van Steenis. — Malayan Bignoniaceae, their taxonomy, origin and geographical distribution.
Van Steenis. — On the origin of the malaysian moutain flora. *Bull. Jard. Bot. Buitenzorg*, série III, vol. XIII, 1934, p. 135-262. et 1935, p. 289-417, et vol. XVI, 1936, p. 258-274.
Van Steenis. — The Stryraceae of Netherlands India. *Bull. Jard. Bot. Buitenzorg*, série III, vol. XII, livr. 2, 1932.
Van Steenis. — On the application of the terms Malaysia and Malaya in plant geography. *The Garden's Bull. Str. Settlements*, part I, déc. 1935, p. 187.
Van Steenis. — Botanical results of a trip to the Anambas aud Natoena Islands. *Bull. Jard. Bot. Buitenzorg*, série III, vol. XII, livr. 2, 1932.
Verdoorn Fr. — Studien über asiatische Jubuleae (de Frulaniaceis XV-XVII) mit einer Einleitung : Bryologie und Hepaticologie, ihre Methodik und Zukunft. *Annales Bryologici*, supplementary volume, IV, The Hague, 1934.
Watt G. — A dictionary of the economic products ot India, vol. I, Calcutta, 1889.
Wester P. J. — A contribution to the history and vernacular nomenclature of the cultivated Anonas. *Phil. Journ. Sc.*, vol. VII, n° 2, 1912.
Willis J. C. — Some conceptions about geographical distribution and origin of species. *Proc. Linn. Soc. London*, 150th session, Part 3, juin 1938, p. 162-167.

Paléobotanique.

Berry E. W. — The affinities and distribution of the lower Eocene flora of southeastern north America. *Proceedings of the american philosophical society*, vol. LIII, n° 214, 1914, p. 168.
Berry E. W. — The upper cretaceous floras of the world. *Maryland geological surrey*, Baltimore, 1916.
Berry E. W. — Paleobotany : a sketch of the origin and evolution of floras. Smithsonian report for 1918, 1920, p. 289-407.
Berry E. W. — Tertiary fossil plants from the Argentine Republic. *Proceedings U. S. national Museum*, vol. 73, art. 22, 1928.
Depape G. — Le monde des plantes à l'apparition de l'homme en Europe occidentale. Flores récentes de France, des Pays-Bas, d'Angleterre. *Ann. Soc. Scient. de Bruxelles*, t. XLVIII, 1928, part. 2, Mem. p. 39.
Heer Oswald. — Oversigt over Groenlands fossile flora. *Meddelser om Groenland*. V, p. 79-202, 219-232, 1 carte, 1883, résumé en français.
Hollick and Berry. — Johns Hopkins studies in geology, n° 5, p. 52, pl. 2, fig. 4, 1924.
Jhinstrup F. — Recherches sur les fossiles appartenant aux formations crétacée et miocène, sur la côte occidentale du Groenland. *Meddelelser om Groenland*, V, p. 219-232, 1882
Penhallow D. P. — Contributions to the pleistocene flora of Canada. Trans. Roy. Soc. Canada, II, sect. IV, p. 59-77, 1896, signalé par R. Zeiller, Revue des travaux de paléontologie végétale. *Revue générale de Botanique*, X, 1898, p. 69-80.
Reid Mme El. E. — Recherches sur quelques graines pliocènes du Pont-de-Gail (Cantal). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, ser. 4, XX, 1920, p. 48-88.
Schimper W. Ph. — Traité de paléontologie végétale, 1874.
Schimper W. Ph. — Paléophytologie, *in* Karl A. Zittel, Traité de paléontologie, partie II, traduit par Ch. Barrois, p. 494-495.
Scott D. H. — Studies in fossil botany, 1920 et 1923.

Source : MNHN, Paris

SEWARD. — Fossil plants. A text book for students of botany and geology, 4 vol., 1906-1919.

SEWARD A. C. — Plant life through the ages. Cambridge, 1931.

WARBURG O. — Zwei neue fossile phanerogamen Gattungen von der Insel Bangka. Jaarb. v. het Mijnwez. in NederI. Oost. Indie, XXVI, p. 229 234, pl. IV, 1897. Cité par Zeiller, *Revue des travaux de paléontologie végétale*, t. XV, 1903, p. 470.

WIELAND G. R. — Antiquity of angiosperms, *in Proceed. of the intern. Congress of Plant Sciences*, vol. I, p. 429.

Zoologie.

ATKINSON. — Catalogue of the Insecta of the oriental region, order Coleoptera. *Journ. Asiat. Soc. Bengal.*, vol. LIX, part II, 1890, suppl., p. 1-265.

BERLIOZ J. — Oiseaux, *in* Encyclopédie française, t. V, Les êtres vivants, 5-78-11 à 5-80-1, 1937.

DELACOUR J. et P. JABOUILLE. — Les oiseaux de l'Indochine française, exposition coloniale internationale. Paris, 1931.

GERMAIN L. — Les régions zoologiques terrestres, *in* Encyclopédie française, t. V, les êtres vivants, 5-68-1 à 5-70-14, 1937.

FAGE L. — Les Myriapodes, *in* Encyclopédie française, t. V, les êtres vivants, 5-74-10 à 5-74-11, 1937.

JEANNEL Dr R. — Les Bembidiides endogés. *Revue fr. d'Entomologie*, t. III, fasc. 4, 1937.

JEANNEL Dr R. — Les origines des faunes de Carabiques. VII internationaler Kongress für Entomologie. Berlin, 1938.

JEANNEL Dr R. — Les Calosomes. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, t. XIII, fasc. 1, 1940.

HOLDHAUS KARL. — Die geographische Verbreitung der Insekten. Handbuch der Entomologie, Bd II, 592-1058.

Source : MNHN, Paris

TABLE DES MATIÈRES

I. — ANATOMIE FOLIAIRE

I. — **Généralités** 126

Morphologie ; généralités sur les Anonacées d'Indochine ; travaux anatomiques relatifs aux Anonacées ; méthode, définitions ; plan du travail 126

Liste des genres et des espèces étudiés 131

II. — **Etude anatomique détaillée des genres indochinois et de quelques espèces asiatiques, africaines ou américaines** 138

Genres possédant des cristaux épidermiques maclés 140

Uvaria-Anomianthus, p. 140 ; *Ellipeia*, p. 144 ; *Cyathostemma*, p. 145 ; *Rauwenhoffia*, p. 145 ; *Artabotrys*, p. 145 ; *Goniothalamus*, p. 148 ; *Anona*, p. 150 ; *Xylopia*, p. 152 ; *Popowia*, p. 154 ; *Melodorum*, p. 157 ; *Desmos*, p. 161 ; *Oxymitra*, p. 165.

Genres possédant des cristaux épidermiques isolés 168

Anaxagorea, p. 168 ; *Miliusa-Saccopetalum*, p. 171 ; *Orophea*, p. 174 ; *Sageræa*, p. 174 ; *Polyalthia*, p. 176 ; *Mitrephora*, p. 185.

Genres possédant des cristaux épidermiques maclés ou isolés suivant les espèces 186

Alphonsea, p. 186 ; *Dasymaschalon*, p. 188.

Genres n'ayant pas de cristaux épidermiques 190

Cananga, p. 190 ; *Cyathocalyx*, p. 193.

III. — **Déductions tirées de l'étude anatomique** 196

Caractères anatomiques généraux 196

Les épidermes foliaires 196

La nervure médiane 199

Le mésophylle 201

Le pétiole 202

Anatomie et systématique 203

Importance de quelques caractères anatomiques foliaires au point de vue systématique 203

Caractères génériques et caractères spécifiques 205

La classification basée sur les caractères morphologiques correspond-elle à la classification indiquée par les caractères anatomiques ? 208

II. — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

I. — **Généralités** 212

Modes actuels de dissémination des Anonacées. Rôle du vent, de l'eau, des animaux, de l'homme 212

Source : MNHN, Paris

Structure et climat de l'Asie 217
Structure et climat de l'Indomalaisie : 1° l'Inde ; 2° le domaine secondaire ; 3° le domaine tertiaire ; 4° le domaine quaternaire..... 219
Climat de l'Indochine. Vents et pluie. Température 225
Relations intercontinentales : 1° entre l'Asie et les autres continents ; 2° l'ensemble indomalais au cours du Tertiaire..... 229

II. — **Répartition des genres et espèces existant en Indochine : étude détaillée genre par genre**..... 231

Index des Anonacées citées seulement dans l'étude phytogéographique... 231

Alphonsea, p. 236 ; *Orophea*, p. 237 ; *Goniothalamus*, p. 239 ; *Cyathocalyx*, p. 241 ; *Dasymaschalon*, p. 242 ; *Sageraea*, p. 245 ; *Desmos*, p. 245 ; *Cananga*, p. 248 ; *Cyathostemma*, p. 249 ; *Rauwenhoffia*, p. 249 ; *Ellipeia*, p. 250 ; *Anomianthus*, p. 250 ; *Mitrephora*, p. 251 ; *Melodorum*, p. 253 ; *Miliusa*, p. 258 ; *Uvaria*, p. 261 ; *Popowia*, p. 266 ; *Polyalthia*, p. 268 ; *Artabotrys*, p. 273 ; *Oxymitra*, p. 275 ; *Anaxagorea*, p. 276 ; *Xylopia*, p. 277.

III. — **Répartition des genres et espèces existant en Indochine : déductions tirées des observations sur les Anonacées vivantes et fossiles et comparaisons des aires d'Anonacées avec celles de divers végétaux et animaux**..... 280

Répartition des genres existant en Indochine..... 280
Répartition des espèces endémiques d'Indochine 282
Répartition des espèces non endémiques d'Indochine. Affinités de la flore indochinoise 284
Répartition des Anonacées actuelles et divisions botaniques de l'Indochine..... 287
Répartition des Anonacées fossiles ; leurs migrations possibles..... 288
Répartition des Anonacées comparée à celle de divers végétaux et animaux 291

Conclusions générales. — I. Anatomie foliaire. — II. Répartition géographique..... 295

Index bibliographique 298

N° d'autorisation 17.547

Paris. — Impr. Pierre ANDRÉ

Source : MNHN, Paris

ÉDITIONS DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris.

Archives du Muséum national d'Histoire naturelle (commencées en 1802 comme *Annales du Muséum national d'Histoire naturelle*). (Un vol. par an, 300 fr.).

Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle (commencé en 1895) (Un vol. par an, 80 fr.).

Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, nouvelle série (Sans périodicité fixe ; abonnement pour un volume : 230 fr.).

Publications du Muséum national d'Histoire naturelle (Sans périodicité fixe ; paraît depuis 1933).

Index Seminum in Hortis Musaei parisiensis collectorum (Laboratoire de Culture ; paraît depuis 1822 ; échange).

Notulae Systematicae (Directeur M. H. Humbert, laboratoire de Phanérogamie ; paraît depuis 1909 ; abonnement au volume, 65 fr.).

Revue française d'Entomologie (Directeur M. le Dr R. Jeannel, laboratoire d'Entomologie ; paraît depuis 1934 ; abonnement annuel : France, 60 fr., Étranger, 70 fr.).

Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture coloniale (Directeur : M. A. Chevalier, laboratoire d'Agronomie coloniale ; paraît depuis 1921 ; abonnement pour la France : 130 fr., Étranger, 145 et 160).

Revue Algologique (Directeurs MM. P. Allorge et R. Lami, laboratoire de Cryptogamie ; paraît depuis 1924 ; abonnement : France, 150 fr., Etranger, 200 fr.).

Revue Bryologique et Lichénologique (Directeur M. P. Allorge, laboratoire de Cryptogamie ; paraît depuis 1874 ; abonnement : France, 60 fr., Étranger, 80 fr.).

Revue de Mycologie (anciennement *Annales de Cryptogamie exotique*) (Directeurs MM. R. Heim, J. Duché et G. Malençon, laboratoire de Cryptogamie ; paraît depuis 1928 ; abonnement : France 60 fr., Étranger, 80 et 100 fr.).

Mammalia (Directeur M. E. Bourdelle, laboratoire de Zoologie, Mammifères et Oiseaux ; paraît depuis 1936 ; abonnement : France, 50 fr., Étranger, 55 fr.)

Bulletin du Laboratoire maritime du Muséum national d'Histoire naturelle à Dinard (Directeur M. A. Gruvel, laboratoire maritime de Dinard ; suite du même *Bulletin* à *Saint-Servan* ; paraît depuis 1928 ; prix variable par fascicule).

Bulletin du Musée de l'Homme (Directeur M. P. Rivet, Place du Trocadéro ; paraît depuis 1931) ; n'est envoyé qu'aux membres de l'Association des Amis du Musée de l'homme.

Recueil des Travaux du Laboratoire de Physique végétale (Laboratoire de Physique végétale ; paraît depuis 1927 ; échange).

Travaux du Laboratoire d'Entomologie (Laboratoire d'Entomologie ; paraît depuis 1934 ; échange).

Source : MNHN, Paris

MÉMOIRES DU MUSÉUM

Tome I. — R. Jeannel. Monographie des *Catopidae*, 438 p., janv. 1936... 230 fr.
Tome II. — Mission scientifique de l'Omo, II (Zoologie), 320 p., 9 pl., avril 1935..... 230 »
Tome III. — E.-L. Bouvier. Étude des Saturnioïdes normaux. Fam. des Saturnidés, 354 p., 10 pl., déc. 1936..... 230 »
Tome IV. — Mission scientifique de l'Omo, III (Zoologie), 317 p., juill. 1936. 230 »
Tome V. — Fasc. 1. P. Lemoine. L'Ile-de-France, 442 p., janv. 1938... 75 »
Tome VI. — Fasc. 1. A. Brunel. Contribution à l'étude du métabolisme de l'azote purique chez les Champignons, 186 p., déc. 1936..... 74 »
Fasc. 2. C. Attems. Die von Dr C. Dawydoff in französisch Indochina gesammelten Myriopoden, p. 187-354, janv. 1938..... 138 »
Fasc. 3. G. Stiasny. Die von Dr C. Dawydoff in französisch Indochina gesammelten Gorgonarien, p. 355-368, févr. 1938..... 18 »
Tome VII. — Fasc. 1. P. Lemoine. L'Ile-de-France. 2e partie. Chap. III, Valois et Multien, 176 p..... 30 »
Fasc. 2. R. Furon. Géologie du plateau iranien (Perse - Afghanistan - Béloutchistan), p. 177-411, avec 8 planches et 1 carte en couleurs, août 1941... 200 »
Tome VIII. — Mission scientifique de l'Omo, IV (Zoologie), 116 p., févr. 1938.. 230 »
Tome IX. — Mission scientifique de l'Omo, V (Zoologie), 370 p., juin 1939. 230 »
Tome X. — Fasc. 1. L. Lebroux. Contribution à l'étude de l'aldéhyde formique, 68 p., janv. 1938..... 46 »
Fasc. 2. V. Redikorzev. Les Pseodoscorpions de l'Indochine française recueillis par M. C. Dawydoff, p. 69-115, juillet 1938..... 28 »
Fasc. 3. M. Friant. Morphologie, développement et évolution du cerveau des Ongulés artiodactyles sélénodontes, p. 114-188 (avec 5 pl.), mars 1939. 58 »
Fasc. 4. Cécile Sosa-Bourdouil. Hérédité des caractères biochimiques chez les végétaux, p. 189-236 (avec 1 planche), mars 1939..... 40 »
Fasc. 5. H. Perrier de la Bathie. Les Orchidées de la région malgache, p. 237-298, mars 1939..... 34 »
Fasc. 6. P. de Beauchamp. Planaires terrestres de l'Indochine française, récoltées par C. Dawydoff, p. 299-388, une planche, juin 1939..... 24 »
Tome XI. — Paul Lemoine, René Humbry et Robert Soyer. Les forages profonds du Bassin de Paris. La nappe artésienne des Sables verts, juillet 1939..... 230 »
Tome XII. — Fasc. 1. Pierre Marie. Les Foraminifères de la Craie à *Belemnitella mucronata*, du Bassin de Paris, p. 1 à 296, 38 planches, mars 1941..... 180 »
Fasc. 2. L. Berland et J. Millot. Les Araignées de l'A. O. F., I. — Les Salticides, p. 297 à 413, mars 1941..... 50 »
Tome XIII. — Fasc. 1. R. Jeannel. Les Calosomes, p. 1-240, 8 planches, mai 1940..... 175 »
Fasc. 2. M. Vachon. Sur la systématique des Scorpions, p. 241-260..... 25 »
Fasc. 3. H. Perrier de la Bathie. Révision des Flacourtiacées de Madagascar et des Comores, p. 291 à 302..... 20 »
Fasc. 4. Ch. Boursin. Nouveaux *Agrotidae* paléarctiques, p. 303 à 330..... 30 »
Fasc. 5. E. Seguy. Études sur les Diptères Hippélatoïdes pathogènes, p. 331 à 357..... 20 »
Tome XIV. — Croisière du *Bougainville* aux îles australes françaises, 328 p., 10 pl., octobre 1940..... 230 »
Tome XV. — R. Paulian. Les premiers états des Staphylinoidea, 361 p., février 1941..... 230 »
Tome XVI. — Fasc. 1. J. Alloiteau. Revision de la collection H. Michelin. Polypiers d'Anthozoaires fossiles. — I. Crétacé, p. 1-100, 32 pl., octobre 1941. 120 »
Fasc. 2. R. Soyer. Les eaux souterraines du Jardin des Plantes et de ses annexes, p. 101-124, février 1942..... 10 »

Le Gérant : R. Jeannel.

Imprimé en France. — 1942. — Pierre André, 244, bpul. Raspail, Paris.

Source : MNHN, Paris